COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AVRIL 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau corps gazeux : le perfluorure de soufre* SF^6. Note de MM. **H. Moissan** et **P. Lebeau**.

« *Action du fluor sur le soufre.* — La curieuse propriété que possède le fluor bien exempt d'acide fluorhydrique, de ne pas attaquer le verre [1], nous a permis d'aborder l'étude des composés du fluor et du soufre. On ne possède, sur ce sujet, que des renseignements très vagues.

» Dans nos premiers essais, nous avons rempli un tube de verre de gaz fluor par déplacement et, après l'avoir fermé avec une lamelle de microscope, nous l'avons retourné sur la cuve à mercure. Si l'on n'agite pas cette petite éprouvette de verre, il se produit, à la surface du mercure, une

(1) H. Moissan, *Action de l'acide fluorhydrique et du fluor sur le verre* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIX, p. 516; 1900).

couche de fluorure qui limite la réaction. Nous avons ensuite fait passer dans cette atmosphère de fluor un fragment de soufre supporté par une tige de platine. Dès que le soufre se trouve au contact du fluor, il prend feu, s'entoure d'une flamme livide, et le mercure s'élève dans l'éprouvette. Si l'expérience est faite avec soin et si le fluor ne renferme pas de l'oxygène provenant de l'air atmosphérique, on constate que le gaz qui reste, après la combustion du soufre, est inabsorbable par l'eau et partiellement absorbable par une solution de potasse. Enfin, le gaz restant après le traitement par les liqueurs alcalines possède une très grande stabilité et n'est absorbable que par la vapeur de sodium maintenue à son point d'ébullition.

» Cette expérience préliminaire nous démontre que nous avons obtenu au moins deux composés :

» 1° Un corps gazeux sur lequel l'eau est sans action et qui est absorbé par une solution de potasse;

» 2° Un corps gazeux, non absorbable par l'eau et les liqueurs alcalines, et décomposable par la vapeur de sodium.

» Cette expérience a été répétée un grand nombre de fois, en variant les proportions relatives de fluor et de soufre, afin de reconnaître si la production de ces deux nouveaux corps gazeux était toujours simultanée. Il est résulté de tous ces essais que ces deux fluorures de soufre se produisent toujours ensemble, quelles que soient les proportions de fluor et de soufre mises en présence. Mais, en employant un excès de fluor, le gaz inabsorbable est celui qui se forme en plus grande quantité. Sa proportion peut atteindre 80 à 90 pour 100. Du reste, il est facile de l'obtenir à l'état de pureté, en traitant le mélange des deux fluorures par une solution de potasse. Nous l'avons donc étudié tout d'abord.

» Puisque ce nouveau corps gazeux se produit surtout au contact d'un excès de fluor, il était logique de supposer que l'on se trouvait en présence d'un composé perfluoré du soufre. Ainsi que nous le verrons plus tard, les résultats analytiques vérifient cette hypothèse.

» *Préparation du fluorure de soufre.* — Pour obtenir une quantité notable du mélange gazeux, riche en perfluorure de soufre, nous avons employé le dispositif suivant : une petite nacelle de cuivre, contenant 5^{gr} à 6^{gr} de soufre, est placée dans un tube de cuivre horizontal dont les extrémités sont terminées par des fermetures à vis. Ce tube est en relation, d'un côté avec l'appareil producteur du fluor, et de l'autre avec un serpentin de cuivre identique à celui que l'on utilise pour condenser les vapeurs d'acide

fluorhydrique dans la préparation du fluor ([1]). L'autre extrémité du serpentin se rend dans un flacon de verre dans lequel circule d'une façon constante un courant très lent d'azote pur et sec. Grâce à un robinet à trois voies, ce flacon peut être mis en communication soit avec l'atmosphère, soit avec l'appareil producteur d'azote.

» Avant de relier au moyen d'écrous et de rondelles de plomb toute cette partie de l'appareil au tube abducteur qui amène le fluor, on laisse passer, pendant plusieurs heures, le courant d'azote pur et sec. L'extrémité du tube de cuivre est alors vissée sur l'appareil à fluor; on établit la communication avec l'atmosphère, et l'on entoure le serpentin de cuivre d'un mélange réfrigérant formé d'anhydride carbonique en suspension dans l'acétone.

» Dans ces conditions, le petit serpentin de cuivre est amené en quelques instants à une température de — 80°.

» Nous avions constaté, par des expériences préalables, que le mélange de fluorures de soufre gazeux qui va se produire dans notre expérience était complètement liquéfié à cette basse température.

» On fait ensuite arriver le courant de fluor que l'on maintient pendant deux heures environ. La réaction est le plus souvent terminée. Le soufre a presque totalement disparu de la nacelle, sans que cette dernière aussi bien que le tube de cuivre aient été attaqués. Dans ces conditions, le soufre s'est combiné à la presque totalité du fluor. On arrête dès lors le courant de ce dernier gaz et l'on sépare rapidement le petit serpentin de cuivre du reste de l'appareil. L'une de ses extrémités est fermée par un bouchon métallique à vis, et l'on adapte à l'autre extrémité un tube de dégagement de cuivre recourbé à angle droit, et dont la branche verticale mesure environ 80^{cm}. L'extrémité inférieure de ce tube abducteur est en fer et plonge dans une petite cuve à mercure.

» On laisse alors le serpentin se réchauffer lentement. Le mélange de fluorures qui a été liquéfié, puis solidifié, reprend l'état gazeux, et l'on recueille le gaz qui se dégage dans des flacons de verre bien secs, en fractionnant le produit. Les premières portions qui se dégagent renferment toujours un peu d'azote.

» On obtient ainsi le plus souvent environ 1^{lit} de fluorures gazeux. Ce mélange est mis en présence d'une solution concentrée de potasse pen-

---

([1]) H. Moissan, *Nouvelles recherches sur le fluor*. (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, p. 224; 1891.)

dant plusieurs heures. Le gaz restant est desséché par la potasse fondue. Pour purifier complètement ce composé gazeux et séparer les dernières traces d'azote, on le refroidit de nouveau vers — 80° pour le solidifier. Puis on fractionne le dégagement qui se produit lorsque le corps solide reprend l'état gazeux, et l'on élimine les premières parties qui contiennent une petite quantité d'azote.

» *Propriétés du perfluorure de soufre.* — Le perfluorure de soufre, qui répond à la formule SF^6, est un gaz incolore, inodore, sans saveur, incombustible et incomburant. Il se solidifie vers — 55° en une masse blanche, cristalline, qui se liquéfie et entre en ébullition à une température peu éloignée de son point de solidification. Ce gaz est très peu soluble dans l'eau, il est un peu soluble dans l'alcool bouilli et privé d'eau.

» Bien qu'il soit très riche en fluor, il est assez curieux de remarquer que ce gaz est un corps le plus souvent inerte et que la plupart de ses propriétés sont comparables à celles de l'azote, et non pas à celles du chlorure de soufre.

» Une solution aqueuse concentrée de potasse ne réagit pas sur ce gaz après un contact de plusieurs semaines. De même, une solution alcoolique de potasse n'a pas d'action. Il n'est pas décomposé par la potasse et le chromate de plomb en fusion; il n'est pas attaqué par l'oxyde de cuivre au rouge sombre.

» Chauffé dans une cloche courbe en verre de Bohême à la température de ramollissement de ce dernier, le perfluorure de soufre ne subit aucune variation de volume; le verre n'est pas attaqué et le gaz restant conserve la même inertie.

» *Action de l'étincelle d'induction.* — Pour étudier l'action d'une température plus élevée sur ce fluorure de soufre, nous l'avons soumis à l'action de l'étincelle d'induction en prenant le dispositif indiqué par M. Berthelot [1]. Nous utilisons pour cette expérience une bobine de Ruhmkorff capable de donner dans l'air une étincelle de 8^{cm} à 10^{cm}. Dans ces conditions, et sous l'action d'une étincelle très chaude, le fluorure de soufre est partiellement décomposé. Le verre de l'éprouvette est légèrement dépoli et la surface du mercure est attaquée. L'étincelle fournit un spectre brillant donnant des raies très fortes dans le rouge, dans le vert et dans le bleu. Nous avions, au début, un volume de 17^{cc}. Après une expérience qui a duré vingt minutes, le volume était de $20^{cc},3$. Le gaz renfer-

---

[1] BERTHELOT, *Essai de Mécanique chimique*, t. I.

mait, pour 100, 23,30 de gaz absorbable par l'eau, avec dépôt de silice, 44,36 de gaz absorbable par la potasse et 33,33 de gaz non décomposé.

» La décomposition étant incomplète, nous avons repris cette expérience en prolongeant l'action de l'étincelle pendant deux heures trente-cinq minutes. La décomposition n'était pas encore totale, il restait 11,64 pour 100 de gaz inaltéré.

» *Action de l'hydrogène.* — Le perfluorure de soufre, mélangé d'hydrogène et chauffé dans une cloche courbe, ne subit aucune variation de volume. Le verre n'est pas dépoli, et les propriétés du gaz ne varient pas.

» Si l'on répète cette expérience en soumettant ce mélange gazeux à l'étincelle d'induction, il se produit une diminution de volume qui est accompagnée de la formation d'un corps solide de couleur jaune sale qui se dépose sur le mercure et sur les parois de l'éprouvette.

» Lorsque le volume ne varie plus, l'expérience a été arrêtée, et l'on a analysé le gaz restant. Ce dernier présentait tous les caractères de l'hydrogène et sa pureté a été établie par une analyse eudiométrique.

» Le corps solide de couleur jaune repris par l'eau s'est décomposé, a fourni un dépôt laiteux de soufre, et un liquide très acide possédant les caractères analytiques de l'acide hydrofluosilicique.

» Dans cette action du fluorure de soufre sur l'hydrogène sous l'action de l'étincelle d'induction, il se fait tout d'abord de l'acide fluorhydrique et de l'hydrogène sulfuré. Ces corps en présence du verre fournissent une série d'équilibres variables avec la température, qui conduisent à une décomposition totale en soufre, acide hydrofluosilicique et silice, décomposition produite avec une diminution constante de quatre volumes.

» *Action des halogènes.* — Le fluor ne réagit pas sur le perfluorure de soufre, ce qui est logique d'après les conditions de formation de ce dernier gaz et ce qui nous démontre que nous nous trouvons bien en présence d'un corps saturé de fluor.

» A la température du rouge sombre, le chlore et la vapeur d'iode sont sans action sur le perfluorure de soufre.

» *Action de l'oxygène.* — L'oxygène ne réagit sur le perfluorure de soufre qu'à la température d'une forte étincelle d'induction. Dès que l'étincelle éclate dans le mélange gazeux, il se produit des flocons laineux de couleur brune. La surface du mercure est attaquée, et le volume diminue. $3^{cc},1$ de gaz additionnés de $20^{cc},9$ d'oxygène ont été soumis à l'action de l'étincelle pendant quarante-trois minutes. Le volume gazeux restant devient égal à $17^{cc},5$ et il est entièrement absorbable par une solution de pyrogallate de

potassium. En prenant le volume du perfluorure comme unité, les volumes gazeux ayant réagi et la contraction sont représentés par les nombres suivants :

Perfluorure.	Oxygène.	Contraction.
1^{vol}	$1^{vol},09$	$2^{vol},09$

» Le corps solide est un mélange des produits de décomposition du perfluorure de soufre.

» Si nous répétons cette expérience avec une étincelle d'induction moins chaude, la réaction est différente, et il se produit un oxyfluorure de soufre gazeux se détruisant en présence de l'eau moins rapidement que le fluorure de thionyle.

» *Action du soufre.* — A sa température de fusion, le soufre est sans action sur ce nouveau corps gazeux. Mais sa vapeur, surchauffée dans une cloche de verre, l'attaque et le volume gazeux augmente notablement. L'analyse des produits gazeux obtenus dans cette expérience, pendant des temps variables, nous a permis d'établir que le perfluorure se transformait tout d'abord en composés moins fluorés, qui, à cette température, attaquaient assez rapidement le verre, en donnant du silicium et de l'acide sulfureux.

» Si la durée de l'expérience est suffisante, la décomposition peut être totale; cette réaction est précieuse, car elle nous a permis d'établir la composition, en volumes, du perfluorure de soufre.

» *Sélénium.* — La vapeur de sélénium décompose le fluorure de soufre, mais la réaction n'est pas aussi nette que la précédente. Il se produit, en effet, du fluorure de silicium et un mélange d'anhydrides sélénieux et sulfureux. On peut cependant en déduire encore la quantité de fluorure de silicium produit par un volume déterminé de perfluorure de soufre.

» *Phosphore et arsenic.* — Le phosphore et l'arsenic distillent sans altération dans le gaz perfluorure de soufre.

» *Bore, silicium, carbone.* — Ces métalloïdes, chauffés au rouge sombre, dans une atmosphère de perfluorure de soufre, ne réagissent pas sur ce corps.

» *Action des métaux.* — Le sodium fond sans altération dans le gaz perfluorure de soufre, et sa surface brillante reste inattaquée. Cependant lorsque l'on élève sa température jusqu'à son point d'ébullition, la surface du métal se recouvre d'une couche grisâtre. Enfin, lorsque la vapeur se produit en abondance, la combinaison se déclare avec une incandescence très vive et le gaz est rapidement absorbé.

» Dans les mêmes conditions, le calcium réagit vers le rouge sombre, mais la réaction est bientôt limitée par la formation d'un composé solide à la surface du métal.

» Le magnésium fournit une décomposition lente au rouge et le métal se recouvre d'un enduit blanc. Enfin, le cuivre et l'argent ne sont pas attaqués à la température de fusion du verre par le perfluorure de soufre.

» *Action de quelques composés gazeux.* — A la température de ramollissement du verre de Bohême, le gaz acide chlorhydrique est sans action sur le perfluorure de soufre. Au contraire, le gaz hydrogène sulfuré, dans les mêmes conditions, réagit avec beaucoup plus de facilité.

» Nous avons chauffé, dans une cloche courbe de verre de Bohême, $3^{cc},7$ de fluorure de soufre et $14^{cc},6$ d'hydrogène sulfuré. Sous l'action de la chaleur, le volume gazeux diminue assez rapidement. Il se dépose du soufre et il se produit des fumées blanches qui se condensent en gouttelettes incolores. Après l'expérience, il reste $4^{cc},7$ de gaz hydrogène sulfuré pur, renfermant une trace de fluorure de silicium. Le volume d'hydrogène sulfuré absorbé est sensiblement le triple du volume gazeux du perfluorure de soufre. La réaction peut donc être exprimée par l'équation suivante :

$$SF^6 + 3H^2S = 6HF + 4S.$$

» L'acide fluorhydrique, produit dans ces conditions, attaque aussitôt le verre pour donner du fluorure de silicium et de l'eau, puis finalement de l'acide hydrofluosilicique

$$12HF + 3SiO^2 = 3SiF^4 + 6H^2O,$$
$$3SiF^4 + 3H^2O = 2SiF^6H^2 + SiO^3H^2.$$

» Le gaz ammoniac à froid ou au rouge sombre ne se combine pas au perfluorure de soufre.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons comment nous avons pu établir la composition de ce nouveau fluorure de soufre gazeux. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les Calamariées debout et enracinées du terrain houiller.* Note de M. GRAND'EURY.

« Naguère on admettait que les tiges dressées normalement à travers les couches du terrain houiller ont poussé à la place où on les trouve. Au-

jourd'hui on en doute, et l'on voit se produire des théories sur la formation des couches de houille et des bassins houillers, qui seraient entachées d'erreur si les paléontologistes ([1]) ne se trompaient pas en regardant ces tiges comme s'étant développées sur place.

» Pour tirer au clair cette importante question, j'ai repris depuis cinq à six ans l'examen détaillé des troncs d'arbres enracinés que l'on découvre en grand nombre aux environs de Saint-Étienne, et je me suis donné la peine d'en dégager toutes les parties.

» La présente Note, faisant suite à ma Communication sur le *Calamites Suckowi* Br. ([2]), a pour objet le *Cal. cannæformis* Schl., les *Arthropitus* et les *Calamodendron*.

» Dans l'état de la question, il serait inutile de signaler des portions de tiges et de rhizomes munies de racines, même plus complètes que celles décrites par D. Stur et E. Weiss, dans deux monographies de Calamariées, comme ayant vécu dans la roche qui les contient. Il faut maintenant fournir des preuves nouvelles qui ne puissent être révoquées en doute. C'est ce que je vais faire en résumant les observations que j'ai recueillies sur les tiges et racines formant tout le système de végétation souterraine des Calamites et Calamodendrons.

» Dans les carrières du Treuil se dressent verticalement, à travers des bancs horizontaux de grès, de nombreuses tiges de *Cal. cannæformis* Schl. et *pachyderma* Br., de toutes dimensions, à étuis charbonneux minces de quelques millimètres ou épais de quelques centimètres, représentant des *Anthropitus* à différents degrés de développement. Alex. Brongniart, en 1821, ne les avait vues et dessinées qu'en partie. En cherchant à les dégager, on les voit toutes s'effiler en bas et se recourber, et, en les poursuivant dans la roche, naître les unes des autres ou de rhizomes traçants. Tout est à sa place, rien ne manque : les rhizomes et les stolons sont enracinés, les racines sont plongeantes ; la partie conique des tiges est toujours tournée en bas, et lorsqu'elles s'élèvent suffisamment haut, l'écorce qui les enveloppe porte, à la partie supérieure seulement, des cicatrices de feuilles et de rameaux tombés. Les tiges groupées en colonie de la même

---

([1]) J'ai reçu, à Saint-Étienne, MM. Ad. Brongniart, Schimper, Stur, de Saporta, etc., qui se sont déclarés convaincus, d'accord avec MM. Göppert, Dawson, Gümbel, Potonié, etc., que les arbres perpendiculaires aux couches ont vécu, lorsqu'ils sont enracinés, à l'endroit où ils gisent.

([2]) *Comptes rendus*, 14 juin 1897.

plante sont de force et de grandeur très différentes : rompues en haut, les plus vivaces, renforcées par une couche de bois secondaire, s'élèvent jusqu'à 4^{m}, 5^{m} et 6^{m} de hauteur, et parmi les plus faibles et les plus fragiles, issues cependant des mêmes rhizomes, se font remarquer quelques jets fusiformes de *Cal. cannœformis* avortés, sans feuilles ni autres appendices ([1]).

» Mais, à la Béraudière, dans le schiste fin, on les trouve conservées en entier, épaisses et charbonneuses à la sortie des tiges, ramifiées latéralement d'une manière diffuse, les extrémités pourvues de radicelles subperpendiculaires. Elles traversent d'ailleurs obliquement les feuillets de schiste et même les empreintes végétales minces qui y sont couchées à plat. Elles sont au reste vides et affaissées comme les racines ayant poussé dans la vase des marais. Toutes sont représentées par une cuticule épidermique très mince caractéristique, les plus fortes renfermant un axe ligneux flottant; les tissus intermédiaires disparus étaient lacuneux comme ceux des racines aquatiques.

» Il n'y a donc pas de doute que ces Calamites ne soient à l'endroit natal, comme le prouvent en outre surabondamment les racines adventives ramifiées dont les tiges les plus ligneuses sont symétriquement entourées, et par lesquelles elles se sont rendues indépendantes des rhizomes et stolons restés minces, en partie détruits.

» Dans beaucoup d'endroits, les interstices des racines adventives sont occupés par une espèce de terreau noir, et les roches d'alentour sont des grès en bancs irréguliers dont le dépôt a visiblement été influencé par les cônes formés par ces racines tombantes étalées à la base. Les tiges d'*Arthropitus* entourés de racines adventives étalées en bas montrent ainsi avoir poussé librement dans les eaux courantes. Ces tiges, en effet, penchent souvent dès la base, elles sont parfois pliées et couchées, ou rompues, déplacées et transportées avec leurs racines.

» Dans ce dernier cas, des forêts de Calamites il n'est resté que la base des tiges avec leurs racines, et même parfois que les racines souterraines, ce qui explique le mode de gisement suivant constaté à Montrambert.

» Là, on découvre des *Cal. cannœformis* dont les rhizomes et stolons rampants sont fixés au sol inférieur par des racines souterraines, et dont les tiges et leurs racines adventives sont renversées sur les rhizomes et

---

([1]) Ce sont ces jets qui m'ont autrefois fait admettre à tort que les Calamites étaient privées de feuilles.

enfouies presque sur place avec leurs rameaux d'Astérophyllites et leurs épis de reproduction.

» D'où il suit que, comme la plupart des *Equisetum*, de même les *Calamites*, leurs ancêtres, vivaient, baignés dans l'eau, attachés au sol de fond tantôt par un système souterrain assez développé, tantôt par des racines seulement.

» Toutes les Calamariées étaient adaptées au même milieu, car on rencontre debout, avec les autres tiges enracinées, d'énormes *Cal. major* W. à mince paroi, des *Calamodendron cruciatum* St. au bois dense et au long fût entouré de racines adventives descendant de très haut, etc.

» Seul, l'*Asterophyllites bifurcatus* Gr., avec ses feuilles très coriaces, paraissait devoir appartenir à une plante de terre sèche, lorsque récemment, à Montmartre, on en trouva les racines, rhizomes, tiges, feuilles et chatons, les rhizomes formant une couche charbonneuse de laquelle descendent des racines rameuses, et s'élèvent de nombreuses tiges calamitoïdes grêles, simples, garnies de feuilles, que les eaux courantes ont courbées, couchées et recouvertes de limon, le tout offrant un nouvel exemple de végétation autochtone enfouie sur place. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Torres, *intitulé :* « *Machines à calculer* », présenté à l'Académie dans la séance du 19 février 1900.

(Commissaires : MM. Marcel Deprez, Poincaré; Appell, rapporteur.)

« Le Mémoire que M. Torres présente à l'Académie est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur expose des vues théoriques générales sur la possibilité de construire des machines représentant des relations données quelconques, entre des variables réelles ou complexes. Dans la deuxième, il indique les procédés pratiques de construction qui donnent, sous la forme la plus commode, l'approximation relative la plus grande possible; puis il étudie, dans le détail, quelques machines propres à représenter et à résoudre des équations algébriques. Le Mémoire de M. Torres est le résumé de recherches poursuivies depuis plusieurs années, dont les idées fondamentales ont été communiquées à l'Académie dans une Note présentée par M. Marcel Deprez à la séance du 29 juillet 1895.

» Dans la *Mécanique analytique,* Lagrange a considéré des systèmes matériels dont les liaisons s'expriment par des relations entre les coordonnées ou paramètres servant à définir la position du système. On peut, et c'est ce que fait M. Torres, se placer au point de vue inverse. Étant données des relations algébriques ou transcendantes entre des paramètres, l'auteur montre qu'il est possible, d'une infinité de manières, de construire un système matériel réalisant les liaisons données : ce système, dans la construction duquel entrent uniquement des corps rigides de formes appropriées agissant par contact sans intervention du frottement, est alors une machine permettant de calculer les valeurs des paramètres regardés comme dépendants en fonction de ceux qui sont arbitraires. M. Torres montre, en particulier, qu'on peut toujours supposer que chaque variable est représentée par un point décrivant une courbe fixe : cette courbe pourra être graduée de façon à donner la valeur même de la variable correspondant à chaque position de point ou une fonction de cette valeur, le logarithme, par exemple.

» Dans cet ordre d'idées, on peut évidemment supposer certaines variables complexes, car une relation entre quantités complexes équivaut à deux relations entre quantités réelles. En particulier, pour construire les relations algébriques, l'auteur établit d'abord des appareils réalisant les quatre opérations élémentaires sur des quantités complexes : la combinaison de ces appareils permet d'obtenir toutes les relations algébriques. C'est ainsi que M. Torres a construit un petit appareil très élégant donnant les racines d'un trinome du second degré à coefficients complexes : il serait à souhaiter que cet appareil fût construit de manière à permettre aux variables qui y sont représentées de varier entre des limites assez étendues pour qu'on pût suivre aisément la permutation des racines.

» Au point de vue pratique, M. Torres montre qu'il faut employer des mécanismes sans fin, tels que des disques tournants, pour que la variation des variables soit illimitée dans les deux sens. En outre, pour évaluer les variables avec la même approximation relative, il convient d'employer une graduation logarithmique : le nombre de tours du disque donne la caractéristique du logarithme; on lit sur le disque même les chiffres significatifs du nombre.

» L'auteur s'attache particulièrement à la construction des opérations algébriques; il se propose, étant donnés des coefficients a, b, c, ... une variable x et des exposants n, p, ... de construire

$$\log(ax^n + bx^p + cx^q + \dots).$$

» Tout d'abord, à l'aide d'un équipage à roues dentées, caractéristique de l'exposant n, on lie deux roues de telle façon que, le déplacement angulaire de l'une étant $\log x$, celui de l'autre soit n fois plus grand, c'est-à-dire $\log x^n$; par addition, on construit $\log a x^n$. Il s'agit alors, connaissant de cette manière les logarithmes des monomes ax^n, bx^p, ... de construire le logarithme de leur somme. Pour cela, M. Torres copie, dans la construction mécanique, le calcul des logarithmes additifs de Gauss, en réalisant une fusée sans fin d'une grande ingéniosité exprimant la liaison

$$y = \log(10^x + 1).$$

» C'est sur ces principes qu'est fondée une machine que M. Torres a présentée à l'Académie pour la résolution des équations trinomes; son Mémoire contient les indications nécessaires à la construction d'une nouvelle machine permettant de résoudre des équations à huit termes. Peut-être conviendrait-il, pour les personnes qui n'ont pas vu les machines déjà construites, que l'auteur développe davantage quelques indications de détail.

» En résumé, M. Torres a donné une solution théorique, générale et complète, du problème de la construction des relations algébriques et transcendantes par des machines; il a, de plus, construit effectivement des machines, d'un maniement commode, pour la résolution de certains types d'équations algébriques qui se présentent fréquemment dans les applications.

» La Commission demande à l'Académie d'ordonner l'insertion du Mémoire de M. Torres au *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Stokes*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Van der Waals obtient. . . . . . . 40 suffrages;

M. **Van der Waals**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **Hittorf**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Bulletin météorologique du département de l'Hérault publié par M. Crova (présenté par M. Mascart).

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarque sur le critérium de Tisserand.* Note de M. Gruey.

« Tisserand a fait connaître, dans le *Bulletin astronomique* (t. VI, p. 289) et reproduit dans son beau Traité de *Mécanique céleste* (t. IV, p. 203), un critérium précieux pour décider si deux orbites différentes, données par l'observation, *peuvent* ou *non* appartenir à une même comète P, passant de l'une à l'autre, grâce à l'attraction d'une grosse planète P'.

» Soient : a' le demi-grand axe; e' l'excentricité de l'orbite de P'; ρ_0 le rayon de sa sphère A d'attraction; t_0 et t_1 les époques initiale et finale du passage de P à travers A; t une époque quelconque comprise entre t_0 et t_1; a, p, i le demi-grand axe, le paramètre et l'inclinaison de l'orbite héliocentrique de P sur celle de P', à l'époque t, si à cette époque l'action de P' cessait brusquement.

» Le critérium de Tisserand est une relation simple et élégante entre a_0, p_0, i_0 et a_1, p_1, i_1 valeurs de a, p, i aux époques t_0 et t_1, relation que son illustre auteur tire, comme un corollaire presque évident mais non encore signalé, de l'intégrale de Jacobi, en y négligeant de très petites quantités de l'ordre de $\frac{\rho_0}{a'}$. Cette approximation revient à négliger les perturbations de la comète par le Soleil S, pendant la durée $(t_1 - t_0)$ de son mouvement planéto-centrique.

» Dans ces conditions, la comète obéit simplement, de t_0 à t_1, aux lois de Képler qui suffisent pour établir le critérium de Tisserand.

» A l'époque t, désignons par V la vitesse planéto-centrique de P, par v sa vitesse hélio-centrique, par v' celle de P', par α l'angle de v avec v'.

» Comme V est la résultante de $-v'$ et v, on a

$$V^2 = v^2 + v'^2 - 2vv' \cos\alpha.$$

» En négligeant e' et $\frac{h}{a'}$, on peut immédiatement écrire

$$v'^2 = \frac{k^2}{a'}, \qquad v^2 = k^2\left(\frac{2}{a'} - \frac{1}{a}\right),$$

prendre pour i l'angle O du triangle rectilatère OBB' et écrire encore, en vertu de ce triangle,

$$\cos\alpha = \sin b . \cos i;$$

O, B, B' étant les points où la sphère céleste de centre P' est percée par les directions de SP', v et v', issues de P'.

» D'ailleurs le théorème des aires donne

$$k\sqrt{p} = va' \sin b; \qquad \text{d'où} \qquad v\cos\alpha = \frac{k}{a'}\sqrt{p}\cos i.$$

» On a donc, pour V^2, la forme

$$(1) \qquad V^2 = k^2\left(\frac{2}{a'} - \frac{1}{a}\right) + \frac{k^2}{a'} - 2\frac{k^2}{a'\sqrt{a'}}\sqrt{p}\cos i,$$

les valeurs V_0 et V_1 de V aux époques t_0 et t_1 répondent aux valeurs a_0 et a_1 de a. Comme $V_0 = V_1$, la relation (1) conduit immédiatement au critérium de Tisserand,

$$\frac{1}{a_0} + \frac{2\sqrt{p_0}\cos i_0}{a'\sqrt{a'}} = \frac{1}{a_1} + \frac{2\sqrt{p_1}\cos i_1}{a'\sqrt{a'}}.$$

» On ne peut guère espérer de démonstration plus simple, mais on ne peut pas pousser l'approximation plus loin, en partant des lois de Képler. Tisserand a préféré, sans doute, rattacher son critérium à l'intégrale de Jacobi, qui permet d'en trouver d'autres, moins simples, mais plus exacts, comme M. Callandreau l'a montré dans l'un de ses importants Mémoires.

» Si ρ est la distance PP' à l'époque t et m' la masse de P' on sait que, suivant les lois de Képler,

$$(2) \qquad V^2 - V_0^2 = 2m'k^2\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}\right),$$

mais (1) donne

$$(3) \qquad V^2 - V_0^2 = k^2\left(\frac{1}{a_0} - \frac{1}{a}\right) + \frac{2k^2}{a'\sqrt{a'}}(\sqrt{p_0}\cos i_0 - \sqrt{p}\cos i),$$

d'où, par comparaison de (2) et (3), la formule

$$\frac{1}{a} + \frac{2}{a'\sqrt{a'}}\sqrt{p}\cos i + \frac{2m'}{\rho} = \frac{1}{a_0} + \frac{2}{a'\sqrt{a'}}\sqrt{p_0}\cos i_0 + \frac{2m'}{\rho_0} = \text{const.}$$

applicable au passage de P dans la sphère d'attraction de P′, c'est-à-dire à toute époque t comprise entre t_0 et t_1. Pour $t = t_0$ elle se réduit à une identité évidente, et pour $t = t_1$ au critérium de Tisserand, puisque alors $\rho = \rho_1 = \rho_0$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du troisième ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer quelques théorèmes précis sur les équations du *troisième ordre* à points critiques fixes. Je me limiterai aux équations de la forme

$$(1) \qquad y''' = R(y'', y', y, x)$$

où R est *rationnel* en y'', y', *algébrique* en y, *analytique* en x.

» La méthode que j'ai indiquée (*Comptes rendus*, 19 mars 1900) conduit aux résultats suivants : *Si l'équation* (1) *a ses points critiques fixes :*

» I. R est un polynome du second degré (au plus) en y''; soit

$$(1) \qquad y''' = A(y', y, x)y''^2 + B(y', y, x)y'' + C(y', y, x) \equiv R.$$

» II. *L'équation*

$$y''' = A(y', y_0, x_0)y''^2$$

a son intégrale uniforme (x_0, y_0 étant des constantes quelconques); autrement dit, A *coïncide avec une des douze expressions suivantes :*

$$0,\quad \frac{1}{y'+a},\quad \frac{\left(1-\frac{1}{n}\right)}{y'+a}\quad (n \text{ entier } + \text{ ou } -, \text{ mais } \neq \pm 1),$$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{y'+a} + \frac{1}{y'+b}\right),\quad \frac{1}{y'+a} + \frac{1}{2}\frac{1}{(y'+b)},\quad \frac{1}{2}\frac{1}{(y'+a)} + \frac{2}{3}\frac{1}{(y'+b)},$$

$$\frac{1}{2(y'+a)}+\frac{3}{4}\frac{1}{(y'+b)},\quad \frac{1}{2(y'+a)}+\frac{5}{6(y'+b)},\quad \frac{2}{3}\left(\frac{1}{y'+a}+\frac{1}{y'+b}\right),$$

$$\frac{2}{3(y'+a)}+\frac{5}{6(y'+b)},\quad \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y'+a}+\frac{1}{y'+b}\right),\quad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{y'+a}+\frac{1}{y'+b}+\frac{1}{y'+c}\right),$$

(a, b, c fonctions de y, x).

» III. B *et* C, *considérées comme fonctions de* y', *n'ont d'autres pôles que ceux de* A, *ces pôles sont simples, et, pour* $y'=\infty$, *les expressions* $\frac{B}{y'}$, $\frac{C}{y'^3}$ *sont finies.*

» IV. Soit maintenant $y'=-a$ un des pôles de A; écrivons l'équation (1) sous la forme

$$\frac{dy}{dx}=z-a,\qquad z\frac{dz^2}{dx^2}=G(y,x)z'^2+H(y,x)z'+K(y,x)+z(\ldots);$$

la quantité G, d'après les conditions précédentes, est égale à 0, à 1 ou à $\left(1-\frac{1}{n}\right)$. *Si* $G\equiv 1$, K *est identiquement nul. Si* $G\equiv 0$ *ou* $\left(1-\frac{1}{n}\right)$, H *et* K *sont identiquement nuls; de plus, si n est négatif* ($n\neq -1$), $a(y,x)$ *est une simple fonction de* x.

» Quand on tient compte de ces conditions, les douze types d'équations (1) qui correspondent aux douze expressions (A) *dependent au plus de neuf fonctions inconnues de* y, x (algébriques en y, analytiques en x).

» Mais les conditions nécessaires que fournit la méthode sont loin d'être épuisées. Parmi les conditions nouvelles, citons seulement celle-ci :

» Mettons l'équation (1) sous la forme

$$y'''=\frac{y''^2}{y'}(\alpha+\varepsilon)+y''y'[\beta(y,x)+\varepsilon_1]+y'^3[\gamma(y,x)+\varepsilon_2],$$

les ε s'annulant avec $\frac{1}{y}$, et convenons de dire que l'équation

$$(2)\qquad y'''=\frac{y''^2}{y'}\alpha+y''y'\beta(y,x_0)+y'^3\gamma(y,x_0)$$

est *la simplifiée* de l'équation (1) [x_0 désigne une constante quelconque, α est égal à $\left(1-\frac{1}{n}\right)$, $n=$ entier $\neq -1$ ou $n=\infty$].

» *Pour que l'équation* (1) *ait ses points critiques fixes, il faut que sa simplifiée* (2) *ait son intégrale uniforme.*

» L'équation (2) se ramène par une quadrature à une équation linéaire.

Prenons, en effet, x comme fonction, y comme variable ; on aura

$$\frac{dx}{dy}=\frac{-n}{n+1}u, \qquad \frac{d^2u}{dy^2}-\beta(y)\frac{du}{dy}-\frac{n}{n+1}\gamma(y)u=0.$$

» En particulier, pour $n=-2$, $\beta\equiv 0$, les équations (2) (à intégrale uniforme) *définissent les fonctions automorphes* (*fuchsiennes et kleinéennes*).

» Pour déterminer toutes les équations (1) à points critiques fixes, un problème préliminaire s'impose donc :

» *Déterminer toutes les équations*

$$(3) \qquad y'''=\frac{y''^2}{y'}\alpha(y)+y''y'\beta(y)+y'^3\gamma(y)$$

dont l'intégrale générale est uniforme.

» Bien que je n'aie pas achevé de traiter ce problème dans tous ses détails, il n'est pas douteux que ces équations (3) ne se laissent ramener à celles de la classe particulière $\alpha=\frac{3}{2}$, $\beta=0$. Autrement dit, l'intégrale générale d'une équation (3), quand elle est uniforme, est réductible aux fonctions automorphes et à leurs dégénérescences.

» Je signalerai encore les propositions suivantes : Soit $y=\Phi(x)$ une intégrale quelconque de l'équation (1) (à points critiques fixes), et $y=\varphi(x)$ une intégrale (uniforme) de l'équation (2) :

» 1° *Si* $\varphi(x)$ *possède des singularités transcendantes à distance finie,* $\Phi(x)$ *présente des singularités transcendantes mobiles ;* si, pour $\varphi(x)$, ces singularités comprennent des *ensembles parfaits* (ou des *lignes*), il en est de même, *a fortiori*, pour $\Phi(x)$;

» 2° y''' est, d'après (1), algébrique en y et s'exprime (birationnellement) à l'aide de y et d'une irrationnelle Y définie par une relation $H(y, Y, x)=0$ (algébrique en y, Y, analytique en x). *La fonction* $Y(x)$, *définie par l'égalité* $H(\varphi, Y, x_0)=0$ *est uniforme comme* $\varphi(x)$. *Si donc* $\varphi(x)$ *est méromorphe ou possède des points essentiels isolés, le genre de la relation* $H(y, Y, x_0)=0$ *est* 0 *ou* 1.

» L'étude des fonctions automorphes suffit à montrer qu'à l'inverse de ce qui se passe pour le second ordre (*Comptes rendus*, 1899), les équations (1) à points critiques fixes ne sont pas réductibles à un nombre fini de types dépendant d'un nombre fini de constantes. Toutefois, *une fois choisie la simplifiée* (2) *d'une équation* (1), il me paraît vraisemblable que toutes les équations (1) correspondantes (à points critiques fixes) sont susceptibles d'une telle réduction. De plus, si l'intégrale de (1) présente

des points singuliers essentiels mobiles non isolés, elle se déduit, par quadratures, des fonctions automorphes. Mais je n'ai pas encore établi ces derniers résultats en toute rigueur, tous les théorèmes qui précèdent ont leurs analogues dans l'étude des équations différentielles algébriques (d'ordre quelconque) à points critiques fixes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une inversion d'intégrale double.* Note de M. J. **Le Roux**, présentée par M. Darboux.

« Le problème qui fait l'objet de la présente Note se rattache d'une façon évidente à l'intégration des équations linéaires aux dérivées partielles par la méthode que j'ai eu l'honneur d'indiquer à l'Académie dans une Note récente. Il présente un intérêt particulier à cause de la simplicité des calculs et de la forme remarquable du résultat.

» Considérons dans le plan (x, y) le triangle AOB formé par les axes Ox, Oy et par la droite variable AB dont l'équation par rapport à ces axes est

$$\frac{x}{u} + \frac{y}{v} = 1 = 0.$$

» L'intégrale double

$$\int\int f(x, y)\, dx\, dy$$

étendue à l'aire de ce triangle est une fonction $F(u, v)$ des coordonnées de la droite.

» Inversement, étant donnée une fonction $F(u, v)$ holomorphe dans le voisinage de l'origine et s'annulant pour $u = 0$ et pour $v = 0$, proposons-nous de trouver une fonction $f(x, y)$ telle que nous ayons

(1) $$F(u, v) = \int\int f(x, y)\, dx\, dy.$$

» Soit

(2) $$F(u, v) = \Sigma A_{m,n} u^{m+1} v^{n+1}.$$

» Posons

(3) $$f(x, y) = \Sigma B_{m,n} x^m y^n.$$

» On a, d'après une formule de Lejeune-Dirichlet (*Journal de Liouville*,

t. IV) appliquée aux différents termes de l'intégrale

$$(4)\qquad \int\int f(xy)\,dx\,dy = \sum \frac{m!\,n!}{(m+n+2)!} B_{m,n} u^{m+1} v^{n+1}.$$

» Les coefficients B seront donc donnés en fonction des A par la formule

$$B_{m,n} = \frac{(m+n+2)!}{m!\,n!} A_{m,n}.$$

» Si nous observons maintenant que le coefficient

$$\frac{(m+n+2)!}{m!\,n!}$$

est celui de $x^m y^n$ dans le développement de la fonction $\frac{1.2}{(1-x-y)^3}$ nous pourrons en déduire la représentation de la fonction inconnue $f(x, y)$ par un résidu. On voit, en effet, immédiatement que $f(x, y)$ est le coefficient de $\frac{1}{uv}$ dans le développement de la fonction

$$\frac{1.2.F(u, v)}{\left(1-\frac{x}{u}-\frac{y}{v}\right)^3 u^2 v^2},$$

ce qui conduit à poser

$$(5)\qquad f(x, y) = \frac{-1.2}{4\pi 2}\int\int \frac{F(u, v)\,du\,dv}{\left(1-\frac{x}{u}-\frac{y}{v}\right)^3 u^2 v^2}.$$

» On suppose dans cette formule les intégrales relatives à u et à v effectuées dans le sens positif suivant des contours qui devront satisfaire aux conditions suivantes pour que nos raisonnements soient applicables :

» 1° La fonction $F(u, v)$ sera holomorphe à l'intérieur de la surface définie par l'ensemble de ces deux contours dans l'espace à quatre dimensions des deux variables complexes;

» 2° La fonction $\frac{1}{1-\frac{x}{u}-\frac{y}{v}}$ devra être sur ces contours développables suivant les puissances de $\frac{x}{u}$ et de $\frac{y}{v}$, ce qui exige que l'on ait

$$\text{mod}\left|\frac{x}{u}+\frac{y}{v}\right| < 1;$$

» 3° Les pôles $u = 0$ et $v = 0$ sont intérieurs aux contours considérés.

» Ces conditions peuvent être énoncées en disant que les systèmes de valeurs de u et de v qui correspondent aux côtés du triangle d'intégration de la formule (1) représentent des points intérieurs à la surface d'intégration de la formule (5).

» On peut vérifier facilement que la fonction $f(x, y)$ définie ainsi satisfait aux conditions que nous nous sommes imposées.

» En effet, l'intégrale double

$$1.2 \int\int \frac{dx\,dy}{\left(1 - \frac{x}{a} - \frac{y}{b}\right)^3 u^2 v^2}$$

étendue au triangle limite par la droite

$$\left(1 - \frac{x}{\xi} - \frac{y}{\eta}\right) = 0$$

a pour valeur (quand elle existe)

$$\frac{\xi\eta}{(u-\xi)(v-\eta)uv};$$

et l'intégrale à variables complexes

$$-\frac{1}{4\pi^2}\int\int \frac{F(u, v).\xi.\eta.du\,dv}{(u-\xi)(v-\eta)uv}$$

évaluée comme nous l'avons indiqué ci-dessus est évidemment égale à

$$F(\xi, \eta) - F(0, \eta) - F(\xi, 0) + F(0, 0).$$

» Il existe une remarquable analogie entre la formule (5) qui définit $f(x, y)$ et celle qui donne, d'après Cauchy, la dérivée d'une fonction holomorphe; cette analogie existe d'ailleurs aussi entre les modes de génération quand on considère la dérivée $F'(x)$ d'une fonction $F(x)$ comme définie par l'égalité

$$F(x) - F(a) = \int_a^x F'(z)\,dz.$$

Liouville avait déjà considéré un problème d'inversion semblable à celui que nous venons de traiter, mais beaucoup moins général (*Journal de Math.*, t. IV).

» Il est à peine utile de faire remarquer que nos calculs s'appliqueraient sans modification sérieuse aux fonctions définies par des intégrales multiples d'un nombre quelconque de dimensions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les applications géométriques du théorème d'Abel.* Note de M. **Ch. Michel**, présentée par M. Appell.

« Soit $F(x, y) = 0$ une courbe algébrique de degré m. Considérons une intégrale abélienne de troisième espèce $\varpi(x, y)$, singulière aux seuls points $A(a, b)$ et $A'(a', b')$ comme $\log(x-a)$ et $-\log(x-a')$. La somme $\Sigma\varpi$ des valeurs prises par l'intégrale ϖ, le long des chemins parcourus sur $F = 0$ par les mn points de rencontre avec une courbe variable $f = 0$, de degré n, est, à une constante près et à des multiples des périodes de ϖ près, égale à $\log \frac{f(a, b)}{f(a', b')}$. On voit ainsi que, si, conservant la courbe $f = 0$, on remplace $F = 0$ par une autre courbe fixe $F_1 = 0$, de degré quelconque, passant par les points A et A', et l'intégrale ϖ par une intégrale ϖ_1, singulière aux seuls points A et A' comme $\log(x-a)$ et $-\log(x-a')$, la somme $\Sigma\varpi$ est égale à la somme $\Sigma\varpi_1$, à une constante près. En particulier, si $F_1 = 0$ est la droite AA', nous pouvons prendre, comme intégrale ϖ_1, l'expression $\log\frac{x-a}{x-a'}$. Si (x_i, y_i) est un point commun à $f = 0$ et à $F = 0$, et (ξ_i, η_i) un point commun à $f = 0$ et à $F_1 = 0$, on a la relation

$$(1) \qquad \sum_{i=1}^{i=mn} \varpi(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^{i=n} \log\frac{\xi_i - a}{\xi_i - a'} + C,$$

C étant une constante. C'est une nouvelle forme du théorème d'Abel relatif à l'intégrale de troisième espèce.

» Lorsque $f = 0$ varie, la fonction $\Sigma\varpi - \Sigma\varpi_1'$ est une fonction algébrico-logarithmique des coefficients de l'équation de la courbe, qui ne peut admettre comme singularités que les points A et A'. Mais, étant constante, elle est régulière en chacun de ces points. Par suite, si $f = 0$ tend à passer par l'un d'eux, la somme des parties principales des divers termes qui composent cette fonction a une limite déterminée. Ainsi, les sommations s'étendant aux seuls points d'intersection de la courbe $f = 0$ avec $F = 0$ et $F_1 = 0$ qui se rapprochent indéfiniment du point A, l'expression

$$\Sigma\log(x_i - a) - \Sigma\log(\xi_i - a)$$

a une limite.

» J'ai pu démontrer directement ce résultat, en me servant des propriétés du résultant de deux équations algébriques. J'en ai déduit une démonstration *élémentaire* du théorème d'Abel relatif à l'intégrale de troisième espèce.

» Une remarque analogue est applicable à l'intégrale de deuxième espèce, qui n'a d'autre singularité que le point $A(a, b)$ et qui devient infinie en ce point comme $\frac{1}{x-a}$. La somme des valeurs de cette intégrale ζ prises le long des chemins parcourus sur $F = 0$ par les mn points de rencontre avec $f = 0$ est, à une constante près, égale à l'expression $\frac{f'(a, b)}{f(a, b)}$, qui ne change pas si l'on remplace $F = 0$ par une autre courbe $F_1 = 0$ qui lui soit tangente au point A. Si, en particulier, $F_1 = 0$ est la tangente en A à la courbe $F = 0$, on peut prendre comme intégrale ζ_1 correspondante $\frac{1}{x-a}$, et l'on a la relation

$$(2) \qquad \sum_{i=1}^{i=mn} \zeta(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\xi_i - a} + C,$$

C étant une constante, à des multiples des périodes près. C'est une nouvelle forme du théorème d'Abel relatif à l'intégrale de seconde espèce.

» Quand $f = 0$ varie, la différence $\sum\zeta - \sum\zeta_1$ est une fonction algébrico-logarithmique des coefficients de l'équation de la courbe, qui ne peut admettre comme singularité que le point A. Mais, étant constante, elle est régulière en ce point A, et, par suite, $f = 0$ tendant à passer par A, la somme des parties principales des termes qui la composent a une limite. Les sommations s'étendant aux seuls points d'intersection de $f = 0$ avec $F = 0$ et $F_1 = 0$, qui se rapprochent indéfiniment du point A, l'expression

$$\sum \frac{1}{x_i - a} - \sum \frac{1}{\xi_i - a}$$

a une limite.

» Ce dernier résultat peut se démontrer directement par une méthode algébrique, et l'on peut en déduire ainsi une démonstration élémentaire du théorème d'Abel relatif à l'intégrale de seconde espèce.

» Les formes (1) et (2) du théorème d'Abel sont plus propres que les formes habituelles aux applications géométriques. Une raison en est que les seconds membres des relations (1) et (2) ont une signification à la fois projective et dualistique : dans le second membre de la relation (1), une quantité de la forme $\frac{\xi - a}{\xi - a'}$ peut s'exprimer au moyen d'un rapport anharmonique, et la valeur du second membre de la relation (2) ne dépend que de la position du pôle harmonique du point A par rapport au système des points de rencontre de la courbe variable avec la tangente en A. Une

seconde raison est qu'elles laissent apparaître le rôle de chacun des points de rencontre de la courbe $f = 0$ avec la droite AA' ou avec la tangente en A. Or, le théorème d'Abel prend une forme illusoire quand la forme $F = 0$ varie en passant par un point singulier A ou A'. Mais, s'il est mis sous la forme (1) ou sous la forme (2), on pourra en déduire une relation non illusoire ayant lieu quand les courbes $f = 0$ varient en passant par le point singulier, moyennant certaines conditions de contact entre elles.

» Les considérations qui précèdent s'étendent à des cas plus généraux.

» *Si l'on considère une intégrale abélienne relative à la courbe* $F = 0$, *n'ayant comme singularités que des points en lesquels la partie principale est de la forme* $\frac{A}{x-a} + B\log(x-a)$, *les coefficients* A *et* B *étant indépendants de la courbe* $F = 0$ *assujettie seulement à passer par les points singuliers et à avoir des tangentes déterminées en ceux de ces points où le coefficient* A *n'est pas nul, la somme des valeurs prises par l'intégrale le long des chemins parcourus par les points de rencontre de* $F = 0$ *avec une courbe variable* $f = 0$ *est indépendante de la courbe* $F = 0$, *à une constante près.*

» Parmi les intégrales assujetties aux conditions précédentes, je citerai $\log R$, où R représente le rapport anharmonique de quatre rayons dont l'un va d'un point fixe à un point variable de la courbe; l'intégrale $\frac{1}{m-a}$, où a est une constante et m le coefficient angulaire du rayon qui va d'un point fixe à un point de la courbe, l'arc d'une courbe de direction, l'aire balayée par le rayon vecteur qui va d'un point fixe à un point variable de la courbe. On peut ainsi établir divers théorèmes dus à Liouville et à Laguerre. Il suffit ensuite d'y introduire les propriétés involutives des faisceaux linéaires ponctuels et tangentiels pour obtenir divers théorèmes de M. Humbert. On peut remplacer les courbes d'un faisceau linéaire par des courbes dont l'équation dépend entièrement d'un paramètre.

» Dans l'application aux aires, à la place du théorème de M. Humbert, j'obtiens les théorèmes suivants :

» *Étant données deux courbes osculatrices en tous leurs points à l'infini, rencontrées par une courbe variable, la différence entre les sommes des aires balayées par les rayons qui vont de l'origine aux points de rencontre avec l'une et avec l'autre est constante, à des multiples des périodes près.*

» *Étant donnée une courbe dont toutes les asymptotes sont d'inflexion, si on la coupe par une courbe variable dont l'équation dépend rationnellement et entièrement d'un paramètre, la somme des aires balayées par les rayons qui vont de l'origine aux points d'intersection est constante, si, toutes les fois que la*

courbe variable a une direction asymptotique commune avec la courbe donnée, elle a aussi l'asymptote commune avec elle.

» Les mêmes considérations générales s'appliquent aux courbes gauches rencontrées par des surfaces algébriques variables. »

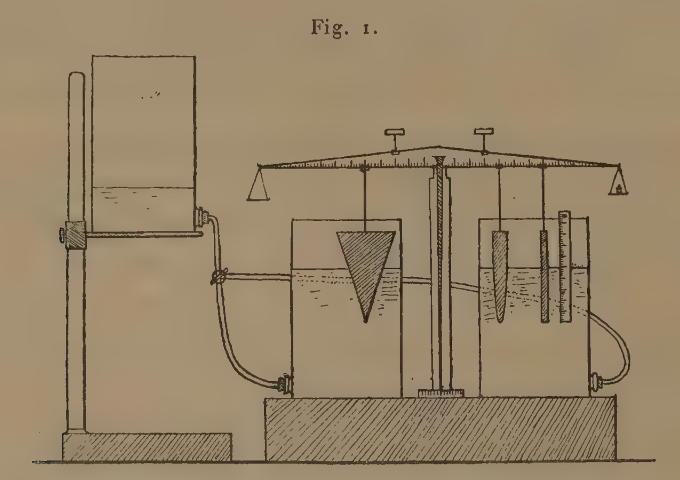
MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une machine à résoudre les équations.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Appell.

» L'appareil dont je donne ici la description et que j'ai réalisé permet de résoudre les équations numériques de la forme

$$px^n + p'x^{n'} + \ldots + p''x^{n''} = \mathrm{A}.$$

» Il est constitué par un fléau de balance (*fig.* 1) sous lequel sont fixés par des tiges rigides une série de solides de révolution dont les axes sont verticaux, qui présentent une pointe à la partie inférieure et *dont la forme et les dimensions sont telles que le volume compris entre cette extrémité infé-*

Fig. 1.



rieure et un plan horizontal soit proportionnel à la puissance $n^{\text{ième}}$ *ou* $n'^{\text{ième}}$ *de la distance du sommet au plan.* Ces corps que nous appellerons, pour abréger, *solides d'ordre* n *ou* n', et qu'on façonne une fois pour toutes, sont fixés sous le fléau à des distances respectivement proportionnelles à p, p', p'', à droite ou à gauche, suivant le signe du coefficient correspondant, et de manière que leur sommet soit dans un même plan horizontal, lorsque le fléau est lui-même horizontal.

» On équilibre la balance, puis l'on ajoute sur l'un des fléaux, à la distance prise pour unité, un poids égal à A, d'un côté ou de l'autre suivant

le signe de ce terme; l'équilibre est rompu, mais si l'on a disposé au-dessous du fléau un ou plusieurs vases communiquants contenant de l'eau dont on puisse élever le niveau, chacun des corps graduellement immergé reçoit une poussée croissante qu'il transmet au fléau et qui finit par le rendre horizontal, l'appareil restant constamment en prise pendant cette opération.

» Si l'on désigne par x la hauteur immergée à ce moment, les forces exercées sur les corps sont représentées par x^n, x'^n, $x^{n''}$; elles agissent à des distances p, p', p''; on a, d'autre part, une force A qui agit à la distance 1. En écrivant que la somme des moments des forces est alors nulle, on voit que la longueur x satisfait à la condition

$$px^n + p'x^{n'} + \ldots + p''x^{n''} = \mathrm{A};$$

cette hauteur mesurée sera donc solution de l'équation.

» Si, au lieu d'eau, on employait du mercure, la poussée serait 13,6 fois plus grande; l'effet serait le même que, si le liquide étant de l'eau, le solide était placé à une distance 13,6 fois plus grande; on pourra donc recourir à ce liquide si les coefficients ou certains d'entre eux étaient trop grands; on réduirait les distances dans le rapport de 13,6 à 1 en faisant plonger les solides correspondants dans du mercure, les éprouvettes contenant les liquides seraient placées sur une table mobile, les surfaces libres étant à la même hauteur, puis on élèverait le niveau de la table ou l'on descendrait le fléau comme dans la balance hydrostatique.

» Forme des différents solides employés. — 1. *Solide d'ordre* 1. — Il répond à la condition $V = kx$; il est constitué par une tige cylindrique dont les dimensions dépendent des unités employées; en évaluant les poids en décigrammes et les longueurs en centimètres, on trouve, pour le rayon de ce cylindre, 0,18.

» 2. *Solide d'ordre* 2. — Il satisfait à l'équation $V = kx^2$, k étant déterminé par la condition que le volume d'eau déplacé par la partie comprise entre $x = 0$ et $x = 1$ ait une masse de $0^{gr},1$, c'est-à-dire soit de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube; d'une part, le volume d'une tranche est $\pi y^2 dx$; on a, d'autre part, $2kx\,dx$ pour l'expression de la différentielle du volume; il en résulte

$$\pi y^2 dx = 2kx\,dx \quad \text{ou} \quad y^2 = \frac{2k}{\pi}x;$$

c'est l'équation d'une parabole à axe vertical; la constante k se détermine par l'équation

$$\int_0^1 \pi y^2 dx = 0,1 \quad \text{ou} \quad \int_0^1 \pi\frac{2k}{\pi}x\,dx = 0,1; \quad \text{d'où} \quad k = \frac{1}{10}.$$

» 3. *Solide d'ordre* 3. — On a

$$V = kx^3,$$

d'où

$$\pi y^2 dx = 3kx^2 dx \quad \text{et} \quad y = \sqrt{\frac{3k}{\pi}}\, x;$$

la courbe méridienne est une droite et ce solide est un cône de révolution; ce cône, facile à construire, ainsi que le cylindre, seront d'ailleurs suffisants pour résoudre l'équation du troisième degré réduite à la forme $x^3 + px + q = 0$.

» On trouve encore $k = \frac{1}{10}$ et l'on a, pour les éléments du cône : hauteur, $0^m, 10$; diamètre de base, $0^m, 0622$.

» 4. *Solide d'ordre n.* — On trouve, pour l'équation de la méridienne,

$$y^2 = \frac{nk}{\pi} x^{n-1} \quad \text{avec} \quad k = \frac{1}{10};$$

» Ainsi, pour l'équation du quatrième degré, on aura recours, en dehors des volumes précédents, au solide de révolution dont la méridienne est la parabole semi-cubique

$$y^2 = \frac{4}{10\pi} x^3.$$

» Ces solides peuvent être fabriqués en aluminium de manière à être légers et à pouvoir être travaillés au tour jusqu'à coïncidence parfaite avec le profil qu'on aura préalablement découpé; ce qui facilite leur exécution, c'est qu'il y a lieu de se préoccuper seulement du volume extérieur et nullement du poids ou de la matière interne; l'appareil permet d'ailleurs de vérifier l'exactitude de ces solides. Pour le cas où deux de ces corps devraient être placés sur le même fléau à la même distance, il est facile d'imaginer un raccord transversal convenable. Enfin, si l'adjonction de ces solides diminuait par trop la sensibilité en abaissant le centre de gravité, on obvierait à cet inconvénient en ajoutant deux masses supplémentaires au-dessus du fléau, à droite et à gauche de l'axe de suspension.

» J'ai réalisé ce dispositif avec une petite balance sensible dont les bras de fléau n'avaient que 12^{cm}; la *fig.* 1 montre cette balance avec les solides qui y sont fixés dans la position convenable pour résoudre l'équation

$$5x^3 - 4x^3 - 7x = A.$$

» Si l'on fait $A = 480$, cette équation a une solution comprise entre 4,9 et 5, que l'on trouve très exactement en ajoutant $0^{gr}, 480$ à la distance de 1^{cm}, ou 4^{gr} sur le petit plateau suspendu au bout du fléau, à 12^{cm} de l'axe. J'ai construit les solides sur une hauteur de 10^{cm} seulement, de manière à chercher les racines comprises entre entre 0 et 10; pour les racines plus grandes, on transformera l'équation de manière à réduire ces racines dans un rapport convenable, et si la longueur des bras du fléau devenait une

difficulté, on pourrait y obvier par l'emploi d'un liquide plus dense; pour les racines négatives, on fera aussi la transformation correspondante.

» Après avoir trouvé une solution, on pourra continuer à élever le niveau du liquide, l'équilibre sera d'abord détruit, mais en continuant jusqu'à ce qu'il soit de nouveau réalisé, on trouvera les racines successives; en passant par une racine simple, l'inclinaison du fléau changera de sens de part et d'autre de cette valeur; en passant par une racine double, il s'inclinera du même côté, de part et d'autre de la racine. On pourra même rétablir à chaque instant l'équilibre à l'aide de poids marqués, et étudier ainsi expérimentalement les variations de la fonction.

» La solution peut être lue sur la tige cylindrique ou sur une échelle fixée verticalement; il peut y avoir, par suite des phénomènes de capillarité, une petite incertitude pour la lecture du numéro de l'échelle divisée [1]. On évite cette incertitude en mettant dans l'un des vases un flotteur, par exemple un aréomètre sur la tige duquel on mettra une graduation en millimètres; en visant cette graduation avec une lunette, on mesure la dénivellation avec une grande précision; j'ai constaté que, en répétant plusieurs fois l'expérience, le flotteur revenait au même point, à un dixième de millimètre près; ce qui permet de penser que, en construisant avec soin les solides employés, on pourrait, pour une telle équation, trouver, avec une approximation de un centième, les racines comprises entre 0 et 10. »

OPTIQUE. — *Sur la propriété de certains corps de perdre leur phosphorescence par la chaleur et de la reprendre par le refroidissement.* Note de M. **Gustave le Bon**, présentée par M. Poincaré.

« J'ai reçu de la fabrique de List (Hanovre) plusieurs échantillons de matières radio-actives ayant pour base le bromure de baryum et les ai étudiées au point de vue de la phosphorescence.

» Ces matières, du poids total de 6^{gr}, étaient enfermées dans quatre tubes de verre scellés à la lampe. Elles agissaient à travers leur enveloppe sur un électroscope à $0^m,70$ de distance. Posées sur le plateau même de l'instrument chargé à son maximum, elles le déchargeaient en six secondes.

---

(1) Je revieudrai ultérieurement sur les effets capillaires exercés tout autour des solides immergés.

» Trois échantillons sur quatre possèdent une phosphorescence intense sans avoir été exposés à la lumière. Le quatrième ne présente aucune phosphorescence visible, mais il possède une phosphorescence invisible qu'on rend visible dans l'obscurité, en mettant son contenu sur une plaque métallique chauffée à 200°. Portée à la même température, la matière douée de phosphorescence visible s'éteint en quelques secondes, mais redevient phosphorescente dès qu'on la refroidit. En la portant de nouveau sur la plaque chauffée, elle s'éteint, puis brille encore par refroidissement, et cette série d'opérations peut être répétée indéfiniment. La matière douée de phosphorescence invisible et qui devient brillante vers 200°, s'éteint également très vite sous l'influence de cette température, mais ne brille pas de nouveau par le refroidissement. Elle ne commence à reprendre la propriété de devenir phosphorescente par la chaleur qu'après quelques heures de séjour dans l'obscurité. Elle ne la reprend complètement qu'au bout de deux ou trois jours.

» Ce phénomène nouveau de corps dont la phosphorescence s'éteint par la chaleur et se régénère par le refroidissement semble indiquer une série de réactions chimiques se formant et se détruisant sous l'influence de variations de température. L'intervention de réactions chimiques paraît également démontrée par le fait que toutes ces substances perdent leur phosphorescence par l'humidité et la reprennent par calcination. Si on les mélange avec un excès d'eau, on réduit leur action sur l'électroscope de plus de moitié. Cette même réduction s'observe d'ailleurs avec tous les corps radio-actifs.

» Pour appuyer cette hypothèse de l'influence des actions chimiques, j'ai recherché si d'autres corps ne pourraient pas également perdre et acquérir indéfiniment dans l'obscurité de la phosphorescence par variations de température et en même temps rendre les gaz conducteurs de l'électricité comme les corps dits radio-actifs.

» Parmi les corps possédant cette propriété, je citerai surtout le sulfate de quinine. Plaçons 1^{gr} de cette substance, étalée en couche mince, sur une feuille de papier que nous mettrons ensuite dans l'obscurité absolue sur une lame de métal chauffée à 200°. La matière devient bientôt phosphorescente, puis s'éteint complètement en quelques minutes. Retirons la feuille de papier et posons-la sur un corps froid, le sulfate de quinine acquiert aussitôt une très vive phosphorescence qui dure pendant plus d'un quart d'heure et s'accroît notablement quand on projette l'haleine à sa surface. Quand la phosphorescence est éteinte, il n'y a qu'à reporter le sulfate de quinine sur la plaque chauffée pour le voir briller de nouveau, puis s'éteindre, et de nouveau encore briller par refroidissement. Comme pour le baryum radifère, cette série d'opérations, extinction de la phosphorescence par la chaleur, reviviscence par le refroidissement, peuvent être répétées indéfiniment. Si immédiatement après que le sulfate de quinine a été chauffé, nous le portons sur le plateau d'un électroscope, ou même à distance de ce plateau, on constate qu'il décharge l'instrument fort rapidement (14° environ en une

minute) [1]. Il perd sa propriété désélectrifiante au bout de deux ou trois minutes, et c'est là ce qui le distingue des autres corps radio-actifs qui ne la perdent que partiellement quand ils sont humectés.

» Nous nous trouvons donc ici en présence d'un corps dont les propriétés sont celles des composés de baryum radifère; mais alors que, dans ces composés, nous ne connaissons pas la réaction chimique qui donne peut-être naissance à la posphorescence par de faibles variations de température, la réaction chimique qui produit la phosphorescence du sulfate de quinine par échauffement et refroidissement est facile à déterminer. Au-dessus de 100°, ce corps se déshydrate. En se refroidissant, il s'hydrate immédiatement de nouveau. La phosphorescence accompagne l'hydratation et la déshydratation.

» Cet exemple d'une réaction chimique produisant à la fois de la phosphorescence et rendant l'air conducteur de l'électricité est loin d'être isolé. Des oxydations, même rapides, paraissent être sans action sur la conductibilité des gaz, comme on le démontre aisément en plaçant du sodium humecté d'eau sur l'électroscope, mais d'autres réactions rendent l'air conducteur d'une façon énergique. Si l'on place un fragment de phosphore blanc bien sec sur le plateau d'un électroscope, on n'observe aucune action, mais si, après avoir un peu raclé la surface de ce corps, on le recouvre d'une feuille de papier buvard humide, la décharge de l'électroscope est extrêmement rapide (40° en une minute). L'action est encore manifeste en plaçant le phosphore à 30^{cm} du plateau, et un électroscope, mis dans le voisinage du premier, se charge pendant que l'autre se décharge, ce qui montre bien que l'air a été rendu conducteur entre les deux.

» En dehors des radiations de phosphorescence visible ou invisible qui sont de même nature que la lumière ordinaire, les corps radio-actifs émettent, comme on le sait, d'autres radiations faciles a séparer des précédentes par le papier noir et dont la nature est encore indéterminée.

» Pour rechercher si ces dernieres se polarisent, j'ai fait les mêmes expériences que celles sur lesquelles je m'étais basé pour appuyer les doutes que j'ai formulés il y a près de trois ans sur la polarisation des rayons uraniques. Au procédé classique des tourmalines à axes croisés et parallèles, j'ai ajouté l'emploi d'une lame métallique dans laquelle on a découpé des raies très fines en croix, recouvertes d'une lame de spath d'Islande. Si l'on interpose ce système entre la lumière ordinaire et une plaque photographique on obtient, par suite de la double réfraction, un dédoublement des lignes qui indique la polarisation des rayons émergents. Rien de pareil ne s'observe avec les matières radifères quand on a éliminé l'action des rayons phosphorescents par l'interposition d'une feuille de papier noir.

» L'absence totale de polarisation et la différence très grande de propriétés des di-

---

(1) L'action s'exerce également à travers de minces écrans métalliques. Ce point sera développé dans un travail qui va paraître dans la *Revue scientifique*.

vers corps radifères, notamment au point de vue de l'absorption par les métaux, semblent bien indiquer que l'action qu'ils produisent est due à une émanation et nullement à une radiation. Le seul argument en faveur d'un rayonnement serait la propagation en ligne droite révélée par les images photographiques des objets rectilignes placés à quelque distance des corps radio-actifs, mais cet argument perd toute sa valeur si l'on considère qu'il suffit, pour que l'émission se conduise en apparence comme un rayonnement, que les particules émises par les corps radio-actifs soient animées d'une grande vitesse.

» Il est nettement démontré, en tout cas, par ce qui précède, que des réactions chimiques bien déterminées peuvent produire un des phénomènes les plus fondamentaux de la radio-activité; c'est-à-dire rendre l'air conducteur de l'électricité. J'ai démontré également, dans mes recherches antérieures, que ce phénomène pouvait être produit avec la plupart des corps par la lumière. La seule différence qu'on puisse établir nettement entre les corps est que les uns n'agissent que sous l'influence de la lumière visible, alors que d'autres peuvent manifester leur propriété dans l'obscurité, mais ce n'est là peut-être qu'une question de sensibilité des substances pour les diverses radiations lumineuses, puisqu'une enceinte obscure émet des radiations ne différant de la lumière visible que par leurs plus grandes longueurs d'onde (1). Pour quelques-uns des corps qui manifestent une action à la lumière ordinaire, tels que le magnésium récemment nettoyé, le cuivre récemment amalgamé, etc., la propriété de rendre l'air conducteur de l'électricité est, comme je l'ai fait voir au début de mes recherches sur la *lumière noire*, aussi intense que pour les substances radifères les plus actives. Pour d'autres corps l'action est fort lente, mais le phénomène n'en est pas moins général. »

ÉLECTRICITÉ. — *Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le bitume et le long de fils noyés dans le bitume* (2). Note de M. C. GUTTON, présentée par M. Poincaré.

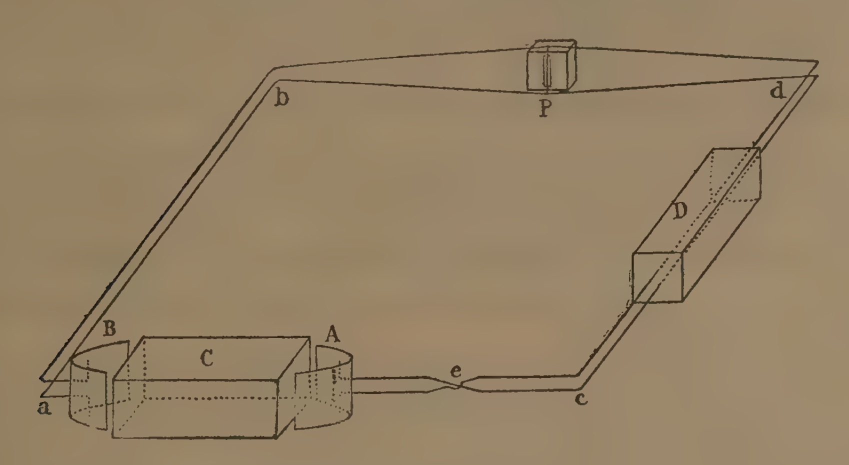
« Je me suis proposé de rechercher si, lorsque des ondes électromagnétiques se propagent dans un milieu dont la constante diélectrique est différente de l'unité, leur vitesse est la même quand elles se propagent

(1) Je montrerai dans une prochaine Note que des radiations obscures de grande longueur d'onde ajoutées aux radiations obscures émises par un corps doué de phosphorescence invisible peuvent se transformer aisément en lumière visible.

(2) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

librement dans ce milieu et quand elles sont guidées par des fils. J'ai employé une méthode analogue à celle qui m'a servi à constater l'égalité des vitesses dans l'air ([1]).

» Un oscillateur est formé de deux fragments de fils de laiton en prolongement l'un de l'autre et entre lesquels une étincelle jaillit dans l'huile de vaseline. Il est chargé par deux étincelles d'accès qui éclatent dans l'air entre ses extrémités et deux fils reliés aux pôles d'une bobine d'induction. L'oscillateur est fixé verticalement sur la ligne focale d'un miroir parabolique A en zinc, ayant 40^{cm} d'ouverture, $4^{cm},8$ de distance



focale et $13^{cm},5$ de hauteur. Un second miroir B placé à 110^{cm} du premier reçoit les ondes et les concentre sur deux tiges de cuivre de $3^{cm},7$ de longueur disposées suivant la ligne focale. Les extrémités en regard de ces tiges sont réunies à deux fils de transmission en cuivre de $0^{cm},1$ de diamètre, distants de $1^{cm},2$. Cette ligne (*a, b*) traverse le miroir B, se replie deux fois à angle droit et amène les ondes jusqu'à un pont P. Un second système d'ondes, pris à l'oscillateur par deux tiges de cuivre placées entre ce dernier et le sommet du miroir A, se propage le long de fils de cuivre (*c, d*) jusqu'au même pont P. Les deux lignes ont une longueur totale de $11^{m},10$.

» Le pont P peut être déplacé le long des fils. Il est fixé devant une boîte en zinc percée d'une fente parallèle au pont. Cette boîte contient un cohéreur, constitué par un tube de verre rempli de vis en fer ([2]). Les ondes n'agissent pas directement sur le cohéreur, mais sur une petite lame de cuivre, qui est placée immédiatement derrière la fente percée dans la paroi de la boîte et communique avec une des électrodes du cohéreur. Le cohéreur est relié à une pile et à un galvanomètre enfermés dans une seconde boîte; un tube de plomb qui réunit les deux boîtes contient les fils qui font communiquer le cohéreur avec la pile et le galvanomètre.

» Les deux fils de la ligne (A, *c*, *d*, P) sont croisés en (*l*); il en résulte que, quand le pont est dans une position telle que les deux systèmes d'ondes mettent le même

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1508; 1899.

([2]) Drude, *Wied. Ann.*, t. LXV, p. 481; 1898.

temps pour arriver de l'oscillateur jusqu'à lui, ces deux systèmes d'ondes interfèrent et leurs actions sur le cohéreur se détruisent.

» On produit une étincelle à l'oscillateur en manœuvrant à la main l'interrupteur à mercure de la bobine. Les ondes qui prennent naissance diminuent la résistance du cohéreur et le galvanomètre dévie. En déplaçant le pont le long des fils, on trouve une position pour laquelle la déviation du galvanomètre est minimum; cette position correspond à l'arrivée simultanée des deux systèmes d'ondes.

» Jusqu'ici la propagation s'est faite dans l'air; j'intercale maintenant entre les deux miroirs un bloc de bitume C de 100^{cm} de long, 50^{cm} de large et 20^{cm} de haut, et en même temps, sur la ligne suivie par le second système d'ondes, je remplace 100^{cm} de fils dans l'air par une égale longueur de fils noyés dans un bloc de bitume D de 100^{cm} de long, 5^{cm} de large et 5^{cm} de haut. Je cherche la nouvelle position que doit occuper le pont pour que les ondes y arrivent encore au même instant. On la trouve la même, à moins de 1^{cm} près, que dans la première expérience. J'ai employé successivement, dans ces expériences, deux oscillateurs donnant des ondes de 14^{cm} et de 30^{cm} de longueur.

» Pour avoir une idée de la précision avec laquelle l'expérience précédente vérifie l'égalité des vitesses, j'ai comparé séparément la vitesse de propagation dans l'air à la vitesse dans le bitume et à la vitesse le long de fils noyés dans le bitume. J'ai cherché, à cet effet, les positions du pont qui correspondent à l'arrivée simultanée des deux systèmes d'ondes, d'abord lorsque tous deux se propagent dans l'air, puis lorsque l'un traverse seulement 1^{m} de bitume.

» La distance entre les deux positions du pont est la moitié du retard qu'éprouve l'un des systèmes d'ondes quand, au lieu de traverser de l'air, il traverse une longueur égale de bitume; un déplacement du pont allonge, en effet, l'une des lignes, tandis qu'il raccourcit l'autre de la même quantité. De ce retard on peut déduire, comme on le fait en Optique, l'indice de réfraction du bitume. J'ai trouvé pour cet indice 1,870 lorsque le bitume est traversé librement par les ondes, et 1,885 lorsque les ondes se propagent le long de fils noyés dans le bitume. La différence entre ces deux nombres correspond à une différence de vitesses inférieure à $\frac{1}{120}$ de la valeur de cette vitesse. Cet écart est assez petit pour pouvoir être attribué, en partie aux erreurs d'expérience, en partie à ce qu'il est impossible d'obtenir l'homogénéité et l'identité parfaite des deux blocs de bitume.

» Des expériences précédentes, on peut donc conclure que, *dans le*

bitume, les ondes électromagnétiques se propagent avec la même vitesse, qu'elles soient ou non guidées par des fils.

» Des considérations d'homogénéité permettent de prévoir ce résultat, dans le cas où le milieu diélectrique, comme le bitume, n'est pas conducteur et ne présente pas d'absorption sensible pour les radiations électriques ; où, de plus, les oscillations sont assez rapides pour que la conductibilité des fils métalliques n'intervienne pas. Les propriétés électriques et magnétiques du milieu diélectrique sont alors complètement déterminées par sa perméabilité électrique ε et sa perméabilité magnétique μ. Le rapport de la vitesse de propagation sans fils V_1, à la vitesse de propagation le long des fils V_2 ne pourra dépendre que de ε et de μ. $\frac{V_1}{V_2} = f(\varepsilon, \mu)$. Dans le système électromagnétique, μ est un nombre, ε a les dimensions $L^{-2}T^2$. $\frac{V_1}{V_2}$ étant un nombre, $(f(\varepsilon, \mu)$ devra être également un nombre et sera, par suite, indépendant de ε. En raisonnant dans le système électrostatique, on trouve que $\frac{V_1}{V_2}$ ne peut dépendre que de μ. Le rapport des vitesses ne dépend plus alors du milieu et a la même valeur que pour l'air, c'est-à-dire l'unité. Il est évident que, pour les milieux où il faut faire intervenir la conductibilité et l'absorption, le raisonnement précédent cesse d'être applicable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la production des fantômes électrostatiques dans les plaques sensibles*. Note de M. W. SCHAFFERS, présentée par M. Mascart.

« On peut obtenir directement un fantôme électrostatique très net sur une plaque photographique ordinaire, voilée ou non voilée. Les plaques du commerce, au lactate d'argent, se prêtent le mieux à cette expérience ; les plaques au bromure conviennent aussi. Deux aiguilles reliées à une machine d'induction servent de pôles. L'aiguille positive est appuyée sur la couche sensible ; la négative doit en être distante d'un demi-millimètre environ. En effet, si elle vient à la toucher, les globules ambulants de M. Stéphane Leduc arrêtent le développement du fantôme. Enfin, pour faciliter l'action, on peut mettre une lame de métal sous le verre.

» Dans ces conditions, les lignes de force se dessinent peu à peu par un grand nombre de petits traits noirs qui ressemblent à des flèches allant du pôle positif au pôle négatif et qui se résolvent au microscope en une foule

de ramifications. Ces traits ne sont pas dissous dans le bain d'hyposulfite de sodium, ce qui permet de rendre la plaque transparente et de prendre des copies directes de l'image. On n'a besoin d'aucun révélateur, puisque les traits viennent immédiatement en noir et que l'opération se fait en pleine lumière. Avec les plaques du commerce, l'action est lente; mais on peut la rendre beaucoup plus rapide en diminuant la proportion de gélatine dans la plaque. On réussit mieux encore avec le bromure d'argent finement broyé dans quelques gouttes de gomme arabique, de sucre, d'amidon, d'albumine, etc. Une bonne image de format 13×18 n'exige par cette méthode que cinq à dix minutes. Seulement, ces substances étant solubles, il n'est plus possible de faire subir un traitement ultérieur à la plaque.

» D'après mes observations, la formation des traits noirs commence par la fusion du bromure et du véhicule inerte, et par la carbonisation partielle de celui-ci. Si l'action du champ se prolonge suffisamment, comme c'est généralement le cas dans le développement des fantômes, le bromure se réduit.

» En remplaçant les sels d'argent par l'iodure d'or, on obtient un fantôme d'aspect tout différent. Il est formé de traits bruns continus, qui communiquent entre eux par de nombreuses dérivations. Souvent son développement est presque instantané. Dans l'amidon, il est parfois violet; c'est sans doute du protoxyde d'or. Celui du glucose, dans certains cas, est évidemment de l'or métallique.

» Les sels d'or se prêtent difficilement à la préparation d'une plaque convenable. En outre, il n'est guère possible de fixer les images qu'ils donnent.

» Ces résultats semblent présenter de l'intérêt au point de vue de l'exploration des champs électriques. Je cherche à augmenter, dans ce but, la sensibilité de la réaction. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence du fer sur la décharge d'un condensateur à travers une bobine de self-induction.* Note de M. **G.-A. Hemsalech** (1), présentée par M. Lippmann.

« Dans mes recherches sur les spectres des étincelles oscillantes, j'ai remarqué qu'en introduisant un noyau de fer dans la bobine de self-induction

(1) Travail fait au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

tion, le spectre était sujet à des changements considérables, surtout en ce qui concernait son éclat. Il semblait donc que le caractère oscillatoire de l'étincelle avait subi des changements. En effet, avec un miroir tourné à la main, je ne pouvais plus percevoir les oscillations. Lord Rayleigh ([1]) a montré que lorsque ces oscillations sont aussi rapides, le fer ne peut pas s'aimanter d'une manière simple à cause des courants en sens inverse qui circulent dans la surface extérieure du fer et qu'au lieu d'augmenter la self-induction du circuit, il la diminue.

» Pour démontrer cette influence du fer d'une manière très nette, je me suis servi du dispositif suivant : Dans le circuit extérieur d'un condensateur étaient insérés une bobine de self-induction, un tube de Geissler et deux électrodes entre lesquelles éclatait l'étincelle.

» La bobine de self-induction consiste en huit couches de fil de 150 tours chacune; sa longueur est de 50^{cm} et son diamètre intérieur de 5^{cm}. Le condensateur, qui consiste en deux grandes bouteilles de Leyde, a une surface totale d'environ 1^{mq}; il est en dérivation sur une bobine de Ruhmkorff ou sur une machine statique de Wimshurst. L'étincelle avait de 1^{mm} à 3^{mm} de longueur. En faisant passer le courant maintenant la décharge est oscillante et dans le tube de Geissler qui s'illumine on ne peut pas distinguer la polarité à cause des inversions rapides. Le renversement du courant dans le primaire de la bobine de Ruhmkorff ne change rien à l'aspect de la décharge. Si maintenant on introduit progressivement un noyau de fer dans la bobine de self-induction, les oscillations diminuent d'abord de nombre et finalement sont détruites. Ces transformations sont admirablement signalées par le tube de Geissler. On voit les deux pôles pour ainsi dire se différencier et s'établir définitivement chacun dans une des extrémités du tube, et les stratifications caractéristiques se présentent très nettement.

» En renversant le courant dans le primaire de la bobine de Ruhmkorff la polarité dans le tube de Geissler est également renversée.

» On obtient la même transformation de la décharge par l'insertion d'une résistance d'eau dans le circuit. On sait que dans ce cas la décharge devient intermittente, et il n'est pas impossible qu'une self-induction à noyau de fer produise le même effet. En effet, les spectres que l'on obtient avec une self-induction à noyau de fer ressemblent beaucoup à ceux que l'on obtient avec une résistance d'eau, comme il a été observé

([1]) Oliver Lodge, *Modern views of Electricity*, p. 423.

déjà par Thalén ([1]). Il semble donc que l'action du fer est analogue à celle d'une forte résistance. L'introduction d'un noyau de cuivre n'a produit aucun changement observable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les particularités optiques des tubes de Geissler sous l'influence d'un champ magnétique*. Note de MM. **N. Egoroff** et **N. Georgiewsky**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 3 mai 1897, « Sur la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses, sous l'influence du champ magnétique », nous avons mentionné, entre autres, que les raies de l'hydrogène et de l'hélium dans les tubes de Geissler ne nous ont pas offert de résultats définitifs.

» Les recherches publiées récemment par M. Dongier aux *Comptes rendus*, p. 244 et 650, nous engagent à présenter à l'Académie les résultats de nos expériences de 1897 ainsi que de celles que nous avons exécutées dernièrement, nous proposant d'éclaircir les particularités des phénomènes remarquées depuis longtemps, mais non publiées jusqu'ici.

» Les expériences de 1897 ont offert les résultats suivants :

» I. Dans les tubes de Geissler, hydrogène, hélium, iode placés verticalement dans un plan équatorial entre les pôles d'électro-aimant, la polarisation partielle des rayons émis équatorialement ne fut observée que quand le filet lumineux était rejeté par le champ magnétique vers le côté du tube opposé à l'observateur, c'est-à-dire au cas où il existait une correspondance convenable entre la direction du champ et celle de la décharge.

» II. Nous avons observé aussi la polarisation partielle dans la direction axiale ([2]), mais tout à fait indépendamment de la direction du champ et de la décharge.

» III. Nous n'avons observé aucune polarisation des rayons émis équatorialement par le tube de Geissler (à l'hydrogène), quand il fut disposé dans la direction du champ magnétique.

» IV. La compensation, avec une lame de verre, de la polarisation de la lumière émise dans la direction équatoriale, nous a démontré que la pola-

---

([1]) Hasselberg, *Journal de Physique*, mars 1900.

([2]) Nous n'avions jamais remarqué ce phénomène ni dans les flammes de Bunsen, ni dans les étincelles d'induction.

risation était du genre de celle que nous pourrions avoir à l'aide de la réflexion par la surface intérieure du tube la plus éloignée de l'observateur.

» Les résultats de nos dernières expériences peuvent être résumés de la manière suivante :

» V. Le plan de polarisation des rayons pris dans le sens équatorial est horizontal (comme par réflexion), tandis que le plan de polarisation dans la direction axiale du champ magnétique est vertical (comme par réfraction).

» VI. La polarisation partielle n'existe ni dans la direction équatoriale, du côté où le filet lumineux touche la surface intérieure du tube (les rayons traversent le tube sous un angle assez petit ou normalement), ni dans une direction définie et voisine de l'axe du champ (évidemment par suite de combinaisons des rayons polarisés dans des plans perpendiculaires).

» VII. L'influence du champ magnétique sur la lumière émise par les tubes étudiés est secondaire, à notre avis, c'est-à-dire que cette influence se manifeste seulement dans le déplacement du filet lumineux, dans la variation de la résistance électrique et de l'intensité des radiations.

» VIII. Les expériences, sans l'électro-aimant, avec les décharges électriques dans l'air atmosphérique entre les électrodes disposées à l'intérieur d'un tube vertical (2^{mm}-8^{mm} de diamètre intérieur) et qu'on pouvait déplacer facilement dans les différentes parties de la même section horizontale, nous ont offert les phénomènes auxquels on pouvait s'attendre d'avance. En effet, en examinant successivement de tous les côtés la lumière de la décharge électrique à l'aide du polariscope de Savart, quand cette décharge glissait le long de la surface intérieure du tube, nous observions toujours les mêmes phénomènes et leur dissymétrie, sur lesquels insiste M. Dongier dans ses dernières recherches sur la lumière polarisée émise par le tube de Geissler soumis au champ magnétique.

» IX. Une simple expérience avec une petite flamme du gaz mise dans l'intérieur du tube en verre vertical (son diamètre intérieur était 35^{mm}, l'épaisseur des parois de 8^{mm}) nous a permis de reproduire les phénomènes décrits, en nous démontrant leur dépendance de la forme, des dimensions du tube et de la position de la source lumineuse à l'intérieur du tube et en expliquant, d'une manière assez concluante, les particularités optiques dans les tubes de Geissler en marche soumis à l'action du champ magnétique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi de nouveaux radio-conducteurs pour la Télégraphie sans fil.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans les expériences que nous avons poursuivies à Brest l'an dernier, nous avons pu obtenir des communications très nettes par télégraphie sans fil entre Ouessant et la côte (22^{km}), en faisant usage des tubes à limaille de M. Branly et d'appareils réalisés avec le concours de M. Ducretet. Nous avons pu donner à ces tubes la sensibilité voulue par l'emploi de limailles de nickel oxydé ou d'acier (acier chromé ou acier au tungstène); malheureusement, cette sensibilité était peu durable, et parfois même variable dans le cours d'une même expérience.

» En outre, le réglage des tubes ne laissait pas que d'être assez délicat.

» Nous avons réussi à modifier ces radio-conducteurs de manière à accroître notablement leur sensibilité moyenne tout en augmentant énormément leur durée, et à obtenir une sécurité complète de réception des signaux.

» La modification, très simple, consiste en principe à placer le radio-conducteur dans un champ magnétique dont les lignes de force sont parallèles à l'axe du tube. Le tube doit contenir de la limaille magnétique, acier de différentes variétés, nickel, cobalt. Les électrodes peuvent être constituées soit par un métal magnétique, soit par un métal non magnétique (argent ou platine par exemple). Les résultats généraux restent sensiblement les mêmes, quels que soient les procédés employés pour créer le champ et orienter les grains de limaille.

» On peut, par exemple, soit se servir d'électrodes d'acier légèrement aimanté à l'avance, soit employer des électrodes de fer doux placées dans des bobines, soit employer un aimant permanent, un petit fer à cheval, pour créer le champ voulu.

» Un procédé commode pour l'observation consiste à se servir d'électrodes non magnétiques, et à placer le tube tout entier entre les pièces polaires d'un électro de Ruhmkorff faiblement excité.

» On constate d'abord qu'il est possible d'écarter énormément les électrodes du tube sans cesser d'obtenir un radio-conducteur sensible. La distance des électrodes du tube ordinaire varie de $0^{mm},5$ à 1^{mm} environ.

» Avec un champ magnétique assez faible, on peut écarter les électrodes à 6^{mm} ou 8^{mm} l'une de l'autre.

» Un pareil tube, à électrodes scellées, ne s'impressionnait en l'absence du champ qu'à une distance de $0^{m},15$ d'une sonnerie qui, excitée par un élément Leclanché, donnait une étincelle d'extra-courant. Avec un champ convenable, le même tube devenait sensible à $3^{m},50$ dans les mêmes conditions.

» Le retour par choc demeure aisé lorsque le champ n'est pas trop intense. Il reste d'ailleurs, toutes choses égales, d'autant plus facile à obtenir que le courant qui parcourt le tube est plus faible.

» En se servant de tubes à électrodes magnétiques, fer doux ou nickel, il est commode, pour l'application à la télégraphie, de créer le champ en disposant au-dessus du tube un petit aimant en fer à cheval. En éloignant ou rapprochant cet aimant, on fait varier le champ à volonté et on obtient la sensibilité voulue. On obtient ainsi aisément des tubes sensibles à 5^{m} et 6^{m} de la sonnerie type (¹). Ces tubes, dont le retour à la résistance primitive est net, se conservent fort longtemps sans altération, surtout si l'on a pris soin d'en chasser complètement l'humidité.

» De pareils tubes nous ont permis de recevoir des signaux du *Masséna*, bâtiment de l'escadre du Nord, à une distance de 18 milles (33^{km}) avec des antennes de 30^{m} seulement.

» Nous avons pris des radiographies de ces tubes qui montrent nettement quelle est la disposition de la limaille capable d'assurer à la fois la sensibilité et la stabilité du radio-conducteur.

» L'action du champ paraît d'ailleurs purement mécanique et se comprend aisément sans faire appel à aucun phénomène nouveau. Elle est intéressante au point de vue de l'application à la télégraphie sans fil, à cause de la facilité de réglage qu'elle permet d'obtenir, même avec des tubes à électrodes scellées dont on peut amener aisément la sensibilité au point voulu.

» En supprimant le champ, le tube est ramené à sa résistance primitive par un choc extrêmement léger (des trépidations imprimées à l'appareil suffisent même), de sorte qu'en produisant le champ auxiliaire à l'aide d'un électro commandé par un relais, on arrive à obtenir un récepteur très sensible où le frappeur peut être supprimé. »

(¹) Pour obtenir les communications d'Ouessant au littoral, nous avons fait usage de tubes sensibles à 2^{m} de la sonnerie type.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'auto-décohération du charbon, et sur l'application de cette découverte aux appareils téléphoniques pour recevoir les signaux de la Télégraphie sans fils*. Note de M. **Thomas Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans ma Note à l'Académie, du 13 mars 1899, j'avais décrit un cohéreur très sensible à charbon pouvant perdre par la seule interruption du courant, sans aucun choc, la conductibilité acquise par l'action des ondes sur son circuit. C'était la production de chaînes de grains de charbon qui m'avait conduit à ce résultat.

» Des expériences nouvelles que je viens de faire dans ce champ m'ont permis de constater un fait qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé. C'est l'auto-décohération d'une certaine poudre de charbon. J'entends par auto-décohération la disparition immédiate de l'adhérence des grains après l'action de chaque onde hertzienne, sans l'intervention d'aucune action, même électrique, comme était celle d'interrompre le courant.

» La poudre de charbon dont je me suis servi est celle des microphones des stations téléphoniques suisses. J'en avais introduit une très petite pincée entre deux charbons cylindriques de 5^{mm} de diamètre, qui entraient à frottement doux dans un tube de verre. On pouvait ainsi aisément serrer plus ou moins la poudre entre les charbons dont les extrémités avaient été coupées et polies.

» Après de nombreux essais j'ai pu obtenir la décohération automatique, mais très irrégulièrement, car bien souvent il fallait recourir au choc ou à l'interruption du courant.

» Présumant que l'inertie du relais pouvait être la cause de cette marche irrégulière, et, d'autre part, pensant que si j'arrivais à obtenir une décohération automatique, le relais et la deuxième batterie devenaient absolument inutiles, je les ai ôtés. A leur place j'ai simplement intercalé dans le circuit du cohéreur un récepteur téléphonique.

» Le résultat de ce changement fut très bon, mais il y avait encore des cohérations durant quelques secondes ou fractions de seconde qui disparaissaient toujours sans choc.

» J'ai eu alors l'idée de construire un cohéreur de forme spéciale, pouvant être placé dans l'étui même du téléphone. J'ai découpé dans une

feuille d'ébonite de $2^{mm},5$ d'épaisseur, un rectangle de 12^{mm} sur 15^{mm}, j'ai percé un trou central bien net de 2^{mm} de diamètre, et ai fait à la lime une entaille au milieu de chaque face de l'ébonite parallèlement au plus long côté du rectangle. Un fil de maillechort de 2^{mm} d'épaisseur, recouvert de soie, a été passé dans l'ouverture et dans les entailles et serré en boucle; un second fil identique a été fixé de même en face du premier. Les deux fils avaient été mis à nu et polis préalablement, mais seulement dans la partie passant dans le trou. Celui-ci fut fermé d'un côté par une lamelle de mica bien mastiquée sur l'ébonite, et ensuite rempli presque entièrement par de la poudre de charbon bien desséchée. Une deuxième lame de mica fut appliquée de même sur l'autre face de l'appareil, formant ainsi un cohéreur dont les électrodes étaient constituées simplement par les deux fils de maillechort en contact avec la poudre à une distance de 1^{mm} environ l'un de l'autre.

» J'ai dévissé le couvercle du récepteur téléphonique, coupé le fil de l'électro-aimant intérieur et intercalé le cohéreur, le plaçant de façon qu'il ne touchât pas la lame vibrante.

» Lors des essais il a marché parfaitement avec un seul élément de pile sèche et il s'est trouvé d'une sensibilité égale sinon supérieure aux meilleurs récepteurs à limailles. La cavité du cohéreur étant, comme j'ai dit, presque remplie de poudre de charbon, ce récepteur agit également bien dans toutes les positions. On entend un choc très net à chacune des étincelles de l'oscillateur, quelle que soit d'ailleurs leur rapidité, en appliquant l'oreille au téléphone ainsi modifié.

» La poudre de charbon remplaçant la limaille métallique, outre l'avantage incontestable de l'auto-décohération, donne au cohéreur une inaltérabilité qui lui assure un fonctionnement régulier, même avec un courant assez énergique, comme celui de trois accumulateurs en tension. J'espère pouvoir ainsi faire enregistrer les signaux par un appareil Morse inséré dans le circuit même du cohéreur, procédé qui résoudrait le problème de la transmission rapide des signaux par ondes hertziennes.

» En plus de cette application d'une utilité pratique indéniable, je pense que l'auto-décohération du charbon confirme les conclusions sur le phénomène des cohéreurs, que j'ai eu l'honneur de communiquer l'an dernier à l'Académie (1). »

---

(1) *Comptes rendus* du 3 juillet 1899.

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel élément radio-actif : l'actinium* (¹). Note de M. A. **Debierne**, présentée par M. Becquerel.

« J'ai montré, dans une précédente Communication (²), qu'il existait, dans les résidus de traitement de la pechblende, à côté du radium et du polonium découverts par M. et Mme Curie, une nouvelle matière radio-active appartenant au groupe du fer; j'ai indiqué, de plus, que cette matière était précipitée par les réactifs principaux du titane.

» Depuis cette Communication, j'ai continué mes recherches en vue de l'obtention de ce corps et j'ai constaté que le titane ne l'entraînait pas dans toutes ses réactions.

» En dehors des réactions communes à tous les éléments du groupe du fer (précipitation par l'ammoniaque, le sulfhydrate d'ammoniaque, la soude, le carbonate de soude, etc.), les procédés suivants paraissent être les meilleurs pour concentrer la nouvelle matière :

» 1° Précipitation des solutions bouillantes, légèrement acidulées par l'acide chlorhydrique, par l'hyposulfite de sodium en excès : la propriété radio-active se trouve presque entièrement retenue par le précipité.

» 2° Action de l'acide fluorhydrique et du fluorure de potassium sur les hydrates fraîchement précipités en suspension dans l'eau ; la portion dissoute est peu active et l'on peut séparer le titane par ce procédé.

» 3° Précipitation de la solution neutre des azotates par l'eau oxygénée. Le précipité entraîne le corps radio-actif.

» 4° Précipitation des sulfates insolubles : chaque fois que l'on précipite un sulfate insoluble, sulfate de baryte par exemple, dans une solution renfermant ce corps, il est entraîné et le précipité est fortement radio-actif. Ce procédé qui m'a été très utile est, comme on le voit, tout à fait différent de ceux employés généralement pour la séparation des éléments.

» L'acide oxalique, qui précipite bien la matière radio-active avec les terres rares, lorsque celles-ci sont en fortes proportions, semble beaucoup moins efficace lorsqu'il y a beaucoup d'éléments non précipitables.

» Ces différentes réactions ne peuvent pas encore être considérées comme appartenant en propre à la nouvelle matière radio-active, car jusqu'ici elle n'a pu être obtenue suffisamment concentrée; je crois plutôt

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie-Physique, à la Sorbonne.

(²) *Comptes rendus*, 16 octobre 1899.

qu'il faut envisager ces réactions comme résultant d'entraînements analogues à celui de l'oxyde de fer par le sulfate de baryte.

» En utilisant, d'une façon méthodique, les différents procédés décrits plus haut, j'ai pu extraire des résidus de la pechblende la plus grande partie de la nouvelle substance qui y était contenue.

» Les réactions chimiques de la matière la plus active que j'aie pu obtenir, et l'examen spectroscopique qu'a bien voulu faire M. Demarçay, montrent qu'elle est constituée en majeure partie par du thorium. Je ne puis assurer cependant qu'elle suivra le thorium dans toutes ses réactions.

» Si l'on ajoute à une dissolution de cette substance un sel de baryum ou de bismuth, on peut très facilement, par l'action de l'ammoniaque ou de l'hydrogène sulfuré, éliminer ceux-ci sans qu'ils entraînent avec eux la propriété radio-active. Cette propriété ne provient donc ni du radium ni du polonium ; je supposerai qu'elle est due à la présence d'un nouvel élément radio-actif que j'appellerai l'*actinium*.

» On peut produire, avec les rayons émis par l'actinium, les mêmes phénomènes (fluorescence du platino-cyanure de baryum, impression photographique, ionisation des gaz) qu'avec les rayons émis par le radium ou le polonium.

» De même, j'ai pu répéter avec ce corps les expériences de MM. Giesel, Meyer et v. Schweidler, et Becquerel (1) sur l'action d'un champ magnétique ; sous l'influence d'un champ magnétique intense, les rayons de l'actinium, ou plutôt une partie de ces rayons, sont déviés et peuvent venir impressionner une plaque photographique située au-dessous d'une coupelle en plomb contenant la matière. La déviation est de même sens que celle des rayons du radium ou des rayons cathodiques ; c'est-à-dire qu'elle correspond à une charge négative des rayons.

» Enfin, l'actinium provoque très faiblement la radio-activité induite permanente, découverte, par M. et Mme Curie, sur les corps placés au contact ou dans le voisinage.

» On sait que les composés du thorium sont légèrement radio-actifs ; on voit de plus, d'après ce qui précède, que l'actinium semble être un élément voisin du thorium, on peut donc supposer que la propriété radio-active observée dans les composés du thorium n'appartient pas à cet élément, mais est due à une substance étrangère. De récentes expériences

---

(1) GIESEL, *Wied. Ann.*, t. LXIX, p. 834 ; N. MEYER et v. SCHWEIDLER, *Physikalische Zeitschrift*, t. I, p. 113 ; BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 996.

sur la radio-activité du thorium, faites par M. Rutherford [1], peuvent également conduire à la même supposition. Je me propose donc de rechercher s'il est possible, en utilisant les réactions décrites plus haut, de priver les composés du thorium de la propriété radio-active, ou si l'on peut extraire de ces composés une substance identique à l'actinium extrait de la pechblende. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Solubilité d'un mélange de sels ayant un ion commun.* Note de M. **Charles Touren** [2], présentée par M. Troost.

« La solubilité d'un sel est modifiée à température constante, si l'on ajoute à la solution diverses proportions d'un autre sel ayant un ion commun avec le premier, et par suite ne pouvant donner avec lui aucun échange chimique. Le cas des sels peu solubles a été traité théoriquement par M. Nernst [3], puis étudié expérimentalement par M. Nernst et par M. Noyes [4]. J'ai repris cette étude sur des sels très solubles, pour voir dans quelles limites peuvent s'appliquer les lois de la dissociation électrolytique.

» I. *Azotate et chlorure de potassium.* — 1° Le problème peut se poser ainsi : trouver la solubilité de l'azotate de potassium dans des solutions de chlorure de concentrations croissantes, maintenues toutes à une même température fixe. Les solutions de chlorure sont mises au contact d'un grand excès de nitrate solide, placées dans un thermostat avec régulateur, dont la température est maintenue constante à $\frac{1}{10}$ de degré près, et agitées par un dispositif mécanique. Les prises d'essai pour les analyses sont faites dans le thermostat même, et l'on s'assure par plusieurs analyses successives que l'équilibre est bien établi. Quand l'opération est terminée, on dose la somme des deux sels par évaporation, et le chlorure seul par une solution titrée d'argent.

» Pour chaque série d'expériences, je prends le nombre de molécules de chaque sel contenues dans 1^{lit} de la solution. J'ai fait deux séries d'expériences.

---

(1) Rutherford, *Philosophical Magazine*.
(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.
(3) Nernst, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. IV, p. 372; 1889.
(4) Noyes, *ibid.*, t. VI, p. 241; 1890.

PREMIÈRE SÉRIE. — *Température :* 14°,5.

Teneur de la solution en chlorure	0	0,182	0,424	0,880	1,778	2,204	2,635	3,172
Azotate dissous......	2,228	2,172	2,057	1,830	1,576	1,515	1,423	1,355

DEUXIÈME SÉRIE. — *Température :* 25°,2.

Teneur en chlorure ...	0	0,26	0,66	1,35	2,08	2,78	3,04
Azotate dissous.......	3,217	3,086	2,853	2,510	2,218	2,015	1,946

» La solubilité de l'azotate diminue donc à mesure que la proportion de chlorure augmente. Je représente cette solubilité par une courbe, tracée en portant en abscisses le nombre de molécules de chlorure, et en ordonnées le nombre de molécules d'azotate. On a ainsi la courbe AB relative à la température de 25°, 2 (je n'ai pas tracé les courbes de 14°, 5). Cette courbe AB représente la série des équilibres possibles entre les trois phases suivantes : azotate solide, solution et vapeur.

» Si l'on prend à l'avance des solutions de chlorure plus concentrées, jusqu'à la solution saturée, par addition d'azotate solide, il se déposera du chlorure à l'état solide, tandis que de l'azotate se dissoudra, et l'on obtiendra un certain point B, qui limite la courbe, et qui représente la composition d'une solution en équilibre à la fois avec les deux sels solides et la vapeur.

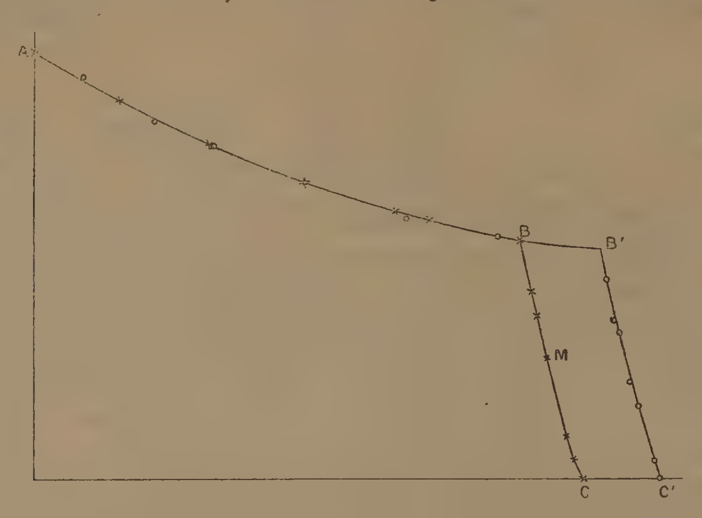
» 2° Étudions la solubilité du chlorure solide en excès dans des solutions de concentrations croissantes d'azotate. On obtient les résultats suivants :

A 14°,5.	Teneur en azotate...	0	0,204	0,318	0,615	0,818	0,910	1,176	1,220
	Chlorure dissous....	3,865	3,810	3,782	3,710	3,667	3,629	3,597	3,582
A 25°,2.	Teneur en azotate...	0	0,136	0,318	0,902	1,212	1,397	1,805	
	Chlorure dissous....	4,18	4,11	4,07	3,93	3,85	3,81	3,70	

» On obtient ainsi sur le diagramme la courbe CB, qui part du point C, représentant la solubilité du chlorure dans l'eau pure, et s'élève jusqu'au point B. Mais, quelque concentrée que soit la solution de nitrate employée, on ne pourra dépasser le point B. La courbe CB correspond aux équilibres entre les trois phases : chlorure solide, solution et vapeur.

» Le point B correspond à l'équilibre de quatre phases : chlorure solide, azotate solide, solution et vapeur, le nombre de composants indépendants étant de trois. La température étant fixée, d'après la règle des phases, la variance du système est nulle, et l'on ne peut changer la composition de

l'une des phases en équilibre sans faire disparaître au moins l'une des quatre phases. Si l'on ajoute alors une quantité quelconque de l'un des deux sels, il ne se dissoudra pas, et le point représentatif restera fixe en B; il correspond à $1^{mol},805$ d'azotate et $3^{mol},70$ de chlorure par litre de solution [1].



» II. *Azotate et bromure de potassium.* — 1° Solubilité de l'azotate solide en excès dans des solutions de bromure.

A 14°,5	Teneur en bromure...	0	0,356	0,784	1,092	1,577	2,542	3,536
	Azotate dissous.......	2,228	2,026	1,835	1,730	1,589	1,406	1,308
A 25°,2	Teneur en bromure...	0	0.38	0,93	1,37	2,08	2,87	3,55
	Azotate dissous.......	3,217	3,026	2,689	2,492	2,216	1,958	1,807

» Traçons la courbe correspondant à 25°,2 sur le même diagramme, les abscisses étant cette fois les nombres de molécules de bromure. On a ainsi la courbe AB', qui coïncide avec la courbe AB précédente. J'ai marqué les points de la première par des croix et ceux de la seconde par des ronds.

» M. Nernst avait déjà indiqué que, lorsque deux sels sont également dissociés, des quantités équivalentes de ces deux sels abaissent la solubilité d'un troisième sel de la même quantité. Mais les vérifications n'ont porté que sur des sels peu solubles. Or ici pour des sels très solubles on constate que des quantités équivalentes de chlorure et de bromure abaissent la solubilité de l'azotate de la même quantité. Deux solutions équivalentes de chlorure et de bromure sont donc également dissociées, même pour de fortes concentrations.

---

[1] Ce point B avait été déterminé par M. Étard pour le mélange considéré.

2° Solubilité du bromure solide dans des solutions d'azotate.

A 14°,5	Teneur en azotate.....	0	0,362	0,706	1,235			
	Bromure dissous......	4,332	4,156	4,093	3,939			
A 25°,2	Teneur en azotate.....	0	0,131	0,527	0,721	1,09	1,170	1,504
	Bromure dissous......	4,761	4,72	4,61	4,54	4,475	4,44	4,375

» La solubilité des mélanges d'azotate et de bromure donne encore deux courbes AB′ et C′B′ se coupant au point anguleux B′, correspondant à l'équilibre entre les deux sels solides, la solution et la vapeur.

» Dans une prochaine Communication, j'étudierai le cas des mélanges de chlorure et de bromure de potassium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur le sulfure d'antimoine.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« Aux températures supérieures à 360°, l'hydrogène agit sur le sulfure d'antimoine cristallisé, ou stibine, pour donner de l'hydrogène sulfuré et de l'antimoine. Dans les mêmes conditions de température, l'hydrogène sulfuré attaque l'antimoine pour former du trisulfure Sb^2S^3. Si l'on opère dans des tubes scellés, les deux réactions inverses amènent le système des quatre corps dans un état d'équilibre chimique que nous nous sommes proposé d'étudier.

» Dans l'étude de la première réaction, deux cas sont à considérer :

» 1° *La température de l'expérience est inférieure au point de fusion du sulfure.* — L'antimoine déplacé par l'hydrogène se dépose à l'état solide sur le sulfure et l'on a un système formé de deux solides en présence d'un mélange gazeux homogène. Les lois de la dissociation d'un semblable système sont connues; on sait que la composition limite du mélange gazeux qui s'y trouve ne dépend pas des masses des corps solides. Dans le cas particulier qui nous occupe, le volume du composé gazeux étant identique au volume d'hydrogène qu'il renferme, cette même composition limite doit en outre être indépendante de la pression totale du mélange gazeux.

» Pour vérifier ces deux conclusions par l'expérience, nous avons maintenu à une température fixe, pendant un temps suffisamment long, des tubes scellés contenant de l'hydrogène et des masses variables de sulfure d'antimoine pur. Les tubes sont ensuite refroidis brusquement et le gaz qu'ils contiennent est analysé.

» A 440°, nous avons obtenu les résultats suivants, où ρ représente la valeur du rapport de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale du mélange; ce rapport étant exprimé en centièmes :

Poids de Sb^2S^3.	Pression initiale de l'H.	Volume de ρ.
gr 0,1	mm 759	43,05
0,2	761	43,2
0,5	763	42,98
0,1	387	43,6
0,1	198	43,3

» Ces nombres diffèrent assez peu les uns des autres pour qu'on puisse considérer les conclusions énoncées précédemment comme vérifiées d'une manière satisfaisante par l'expérience.

» La valeur limite de ρ est encore la même, pour la température considérée, si, en même temps que du sulfure d'antimoine, on introduit dans les tubes scellés des masses variables d'antimoine pur. Ce résultat découle des expériences suivantes, dans lesquelles la pression du gaz hydrogène a toujours été voisine de 760^{mm} de mercure.

Poids de Sb.	Poids de Sb^2S^3.	Valeur de ρ.
0,5	0,1	43,56
0,1	0,1	43,22
0,1	0,5	43,10
0,01	0,1	43,28

» Remarquons qu'à 440°, quel que soit le poids de sulfure, il faut environ trente heures pour que ρ n'augmente plus.

» A 360° les deux réactions inverses se produisent encore, mais avec une grande lenteur.

» 2° *La température de l'expérience est supérieure au point de fusion du sulfure.* — Dans ce cas le sulfure d'antimoine liquide dissout l'antimoine mis en liberté dans la réaction, de sorte que l'on a en présence deux mélanges homogènes, l'un gazeux, l'autre liquide. Les lois de la dissociation de ce système hétérogène composé de deux systèmes séparément homogènes ne sont plus les mêmes que celles qui régissent le cas précédemment étudié. La composition limite du mélange gazeux doit, dans ce cas, dépendre de la concentration de la solution d'antimoine dans le sulfure, et, par suite, si l'on part de sulfure pur, de la masse de ce corps; c'est ce que l'expérience vérifie. A 610° environ avec des masses de sul-

fure respectivement égales à 1^{gr}, $0^{gr},5$, $0^{gr},2$, $0^{gr},1$, nous avons obtenu pour valeurs de ρ les nombres 72,56; 66,43; 58,91; 56,31.

» La proportion limite d'hydrogène sulfuré est, d'après cela, d'autant plus forte que la concentration de la solution d'antimoine est plus faible.

» Un cas particulier intéressant est celui d'un système qui renferme, en même temps que du sulfure, un excès d'antimoine. On a constamment, dans ce cas, en présence du mélange gazeux, une solution saturée d'antimoine; la valeur limite de ρ ne dépend plus alors que de la température. Pour une même valeur de la température, elle est indépendante des masses de sulfure et d'antimoine, pourvu que ce dernier corps ne soit pas complètement dissous.

» Voici, du reste, quelques résultats à l'appui de cette conséquence :

	Poids de Sb.	Poids de Sb^2S^3.	Valeur de ρ.
	gr	gr	
T = 625°	0,1	0,1	57,02
	0,1	0,5	56,91
	0,5	0,1	56,92
	0,05	0,5	56,85

» A 510°, on trouve, dans les mêmes conditions, pour valeur limite de ρ le nombre 48,6; à 555° le nombre 51,8 et à 610°, 56,01.

» *Action de l'hydrogène sur l'antimoine.* — En maintenant à une température déterminée des tubes scellés renfermant de l'hydrogène sulfuré et de l'antimoine, on constate que la masse du gaz sulfhydrique diminue, puis demeure constante au bout d'un certain temps, d'autant plus long que la température est plus basse. Si, dans les conditions de l'expérience, l'antimoine n'est pas fondu, la valeur limite du rapport ρ est la même que si l'on avait maintenu à la même température du sulfure et de l'hydrogène. Si, au contraire, le corps est fondu, la valeur limite de ρ est toujours un peu inférieure à celle que donne la réaction de ces deux corps, même en présence d'antimoine en excès.

» L'action de l'hydrogène sur le sulfure d'antimoine donne, pour ρ à 625°,

$$\rho = 56,92.$$

» La réaction inverse à la même température donne

$$\rho = 52,8.$$

» Dans ce dernier cas, il y a peut-être dissolution du sulfure mis en liberté dans l'antimoine liquide.

» En résumé, si les quatre corps existent dans le système étudié, la composition limite du mélange gazeux ne dépend que de la température. La valeur de ρ croît avec la température, et ceci est en parfait accord avec la loi du déplacement de l'équilibre par la température, si l'on admet que dans les conditions des expériences la réaction suivante

$$Sb^2S^3 + 3H^2 = 3H^2S + 2Sb$$

est, comme à 15°, accompagnée d'une absorption de chaleur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un arséniure de nickel* (1). Note de MM. **Albert Granger** et **Gaston Didier**, présentée par M. Troost.

« L'un de nous, dans de précédentes Communications (2), a indiqué, comme moyens de préparation de quelques phosphures métalliques, de chauffer, soit le métal dans la vapeur de trichlorure de phosphore, soit le chlorure métallique dans la vapeur de phosphore. Nous avons pensé que la généralisation de ces méthodes, étendues à la famille des éléments trivalents, nous permettrait d'isoler quelques arséniures, antimoniures et bismuthures. Nous présentons aujourd'hui à l'Académie les résultats obtenus en traitant le nickel par le chlorure d'arsenic.

» Du nickel, préparé par la réduction de l'oxalate de nickel par l'hydrogène, a été chauffé dans un courant de vapeur de trichlorure d'arsenic, entraînée par du gaz carbonique. Nous avons élevé progressivement la température jusqu'à ce que l'attaque ait lieu; une fois la réaction commencée, ce qui se produit au voisinage de 600°, nous avons maintenu la température aussi constante qu'il nous a été possible avec une grille à gaz et nous avons évité soigneusement d'atteindre le ramollissement du verre. Dans ces conditions le métal s'est transformé progressivement en arséniure. Le chlorure qui se forme, recouvrant le nickel d'une couche qui protège la masse de l'action du réactif, il faut alors laver le tout, quand le chlorure recouvre toute la surface, sécher le résidu et continuer le traitement jusqu'à cessation de la réaction. En insistant sur l'action du chlorure d'arsenic la

---

(1) Travail fait au laboratoire des Recherches de la Faculté des Sciences de Paris.

(2) A. Granger, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 923, et t. CXXII, p. 936.

teneur en arsenic s'élève jusqu'à 46,01 pour 100; l'analyse montre qu'à ce moment le composé répond à la formule Ni^3As^2, intermédiaire entre celles des deux sous-arséniures Ni^2As décrits par Gehlen et Berthier et de l'arséniure naturel, la nickéline, Ni As. Wöhler a signalé un arséniure cristallisé Ni^3As^2, dans les résidus de la préparation du smalt; le corps qu'il a décrit n'était pas pur et contenait du fer, du cobalt et du soufre en quantités appréciables.

» Le corps que nous avons obtenu rappelle, par son éclat et sa couleur, le corps indiqué par Wöhler; examiné au microscope, il a l'éclat métallique et se présente sous formes de grains rougeâtres au milieu desquels on aperçoit des facettes et des pointements cristallins. L'arséniure de nickel a une composition différente du phosphure de nickel obtenu dans les mêmes conditions. Le nickel, traité par le chlorure de phosphore, donne un sous-phosphure Ni^2P. Néanmoins les propriétés de cet arséniure peuvent être rapprochées de celles du phosphure Ni^2P; comme lui, il est décomposable par la chaleur, se dissout dans l'acide azotique et l'eau régale et est attaqué facilement par le chlore et les alcalis fondus. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le biphosphure de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan (¹).

« Un des premiers Mémoires où il soit fait mention des essais effectués en vue d'obtenir une combinaison du phosphore et du tungstène est celui de Pelletier (²), mais c'est à Wright (³) que nous devons la connaissance des deux premiers phosphures : ce sont les seuls connus jusqu'ici; ils correspondent aux formules Tu^3P^4 et Tu^2P. Le premier de ces composés est amorphe et se prépare en faisant passer du phosphore en vapeur sur le métal; le deuxième est cristallisé et s'obtient en réduisant un mélange d'acide phosphorique et d'acide tungstique par le charbon, à la température aussi élevée que possible d'un four à vent.

» L'hexachlorure de tungstène nous ayant déjà donné, par double décomposition avec des hydracides gazeux, un certain nombre de composés

---

(¹) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(²) Pelletier, *Annales de Chimie et de Physique*, 1re série, t. XIII, p. 137.

(³) Wright, *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. LXXIX, p. 244.

définis, amorphes ou cristallisés, nous avons pensé étendre cette réaction à l'hydrogène phosphoré gazeux : nous avous ainsi obtenu un nouveau phosphure de tungstène ; il a pour formule TuP^2.

» *Préparation.* — Dans un tube de verre étiré de manière à former ampoule, on place une nacelle de porcelaine contenant l'hexachlorure de tungstène pur. L'une des extrémités est mise en communication avec un appareil à phosphure d'hydrogène gazeux sec, l'autre par l'intermédiaire de sécheurs avec des flacons à chlorure cuivreux chlorhydrique. On chasse l'air de l'appareil par un courant d'hydrogène phosphoré. On chauffe d'abord vers 200°-250°, puis on élève lentement la température sans qu'elle atteigne le rouge sombre; on arrête l'opération quand les gaz pris à la sortie des sécheurs ne rougissent plus le papier de tournesol; du phosphore se condense dans l'ampoule en dehors de la grille; on laisse alors refroidir le tube dans un courant d'hydrogène phosphoré que l'on chasse ensuite par de l'hydrogène sec.

» Le produit obtenu contient une petite quantité de phosphore libre, on l'en débarrasse en le lavant au sulfure de carbone et en le chauffant finalement à 50° dans le vide.

» *Propriétés.* — C'est une substance noire à aspect cristallin d'une densité de 5,8; elle est insoluble dans l'eau, le sulfure de carbone, l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'essence de térébenthine, la benzine, etc., n'est pas fusible sans décomposition, ne s'oxyde pas à froid au contact de l'air.

» Au contact du fluor il s'y combine, au-dessous de 100°, avec incandescence en formant un fluorure de tungstène et du fluorure de phosphore. Pour que le chlore réagisse il faut presque atteindre le rouge sombre; sans incandescence il donne alors, outre le chlorure de phosphore, l'hexachlorure de tungstène. Si l'on fait réagir le chlore liquide en tube scellé, vers 60° on obtient un chlorophosphure.

» Le brome n'a d'action qu'au rouge. Le biphosphure de tungstène ne commence à être réduit par l'hydrogène qu'à 525°; mais il ne l'est pas complètement même vers 900°; à cette température il n'éprouve aucune perte de poids, même après six heures de chauffe, et tient encore 13,5 pour 100 de phosphore.

» Chauffé au contact de l'air avant le rouge sombre, il brûle comme de l'amadou; dans un courant d'oxygène, vers la même température, sa combustion s'effectue avec une lumière telle qu'on peut à peine en supporter l'éclat; il se forme de l'anhydride phosphorique et tungstique.

» Le soufre et l'azote déplacent le phosphore, le premier vers son point de fusion, le deuxième au rouge, pour donner du bisulfure et de l'azoture.

» Les métaux et les combinaisons métalliques fournissent quelques réactions intéressantes : le cuivre décompose entièrement le biphosphure à 1200°, on obtient du phosphure de cuivre et du tungstène métallique que l'on peut mettre facilement en évidence en traitant la masse métallique fondue que l'on a obtenue par l'acide azotique dilué; le résidu gris brillant est du métal; le fer à la même température a donné également une masse parfaitement fondue, mais cassante, à texture cristalline; un traitement à l'acide chlorhydrique étendu en isole une poudre noire amorphe qui est un phosphure double de fer et de tungstène; il s'est encore formé du fer phosphoré; le zinc agit comme le cuivre, mais si l'on chauffe vers 1000°, le phosphore formé s'est

volatilisé et il ne reste plus dans le creuset que du tungstène métallique; la réaction produite par l'aluminium est assez complexe : outre un corps blanc, qui pique la masse métallique mal fondue, et décomposable par l'eau, il s'est formé une grande quantité de silicium cristallisé provenant de la réduction des parois du creuset.

» Le plomb, vers 900°, ne décompose que partiellement le biphosphure; enfin le phosphure de cuivre donne, vers 1200° ou 1400°, un culot métallique parfaitement fondu qui, traité par l'acide azotique dilué, laisse un résidu cristallisé qui est un autre phosphure de tungstène.

» Les hydracides fluorhydrique et chlorhydrique n'attaquent le biphosphure ni à froid, ni à chaud; il n'en est pas de même de leur mélange avec l'acide azotique; l'eau régale fluorhydrique le dissout complètement à froid, l'eau régale chlorhydrique ne le fait qu'à chaud; l'hydrogène sulfuré gazeux réagit, vers 500°, pour donner le bisulfure.

» Les acides sulfurique et azotique sont réduits à chaud avec dégagement de gaz sulfureux et précipitation d'oxyde bleu pour le premier, formation de vapeurs nitreuses et d'acide tungstique précipité pour le deuxième.

» La soude et la potasse ne transforment le biphosphure de tungstène en phosphate et tungstate alcalins que si elles sont fondues; les mélanges oxydants, azotate et carbonate de potassium et de sodium, réagissent vivement; le bisulfate de potassium le dissout lentement.

» *Analyse.* — La méthode que nous avons employée après la transformation préalable du phosphure de tungstène en phosphate et tungstate repose :

» 1° Sur la précipitation du phosphate en liqueur ammoniacale à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, par un mélange magnésien ne contenant que des chlorures;

» 2° Sur la transformation du tungstate d'ammoniaque en tungstate de sodium après élimination des sels ammoniacaux et magnésiens;

» 3° Sur la précipitation du tungstate alcalin par l'azotate mercureux (méthode de Berzélius) [1].

» Nous avons trouvé les nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé pour TuP^2.
Tu..........	»	»	74,92	75,17	74,80
P...........	25,38	24,90	24,95	24,81	25,20

» En résumé, l'action de l'hydrogène phosphoré gazeux sec sur l'hexachlorure de tungstène vers 450° nous a permis de préparer un nouveau composé défini le biphosphure TuP^2; nous avons étudié ses propriétés, dont quelques-unes nous permettront de préparer de nouveaux composés : un chlorophosphure, un phosphure double et un autre phosphure. »

(1) Les détails de cette méthode seront publiés ultérieurement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool terpénique et sur ses dérivés* [1].
Note de M. P. GENVRESSE.

« Si l'on fait agir sur le pinène, ou essence de térébenthine, des vapeurs nitreuses ou du peroxyde d'azote, on obtient un nouvel alcool terpénique, le pinénol, et en même temps, en petite quantité, une oxime, la pinénone-oxime.

» *Pinénol* $C^{10}H^{16}O$. — Pour préparer le pinénol, on dirige les vapeurs nitreuses obtenues par l'acide nitrique et l'amidon, ou le peroxyde d'azote préparé à la manière ordinaire avec le nitrate de plomb dans du pinène refroidi par un mélange de glace et de sel.

» On entraîne par la vapeur d'eau le produit de la réaction; de l'essence de térébenthine non attaquée passe d'abord et ensuite le pinénol mélangé d'une petite quantité d'un produit azoté. On distille le pinénol brut d'abord sous la pression ordinaire pour décomposer le produit azoté et ensuite sous pression réduite.

» L'analyse du corps ainsi obtenu et son poids moléculaire conduisent à la formule $C^{10}H^{16}O$; sa réfraction moléculaire est de 44,563, en la calculant d'après les nombres donnés par M. Brühl, et en admettant l'existence d'une double liaison dans la molécule, on trouverait 44,85.

» Le pinénol est un liquide légèrement jaune, d'une odeur spéciale agréable; il bout à 225° sous la pression de 740^{mm} et à 143° sous une pression de 38^{mm}; sa densité à 0° est 0,9952 et son indice de réfraction 1,497. Il est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther; il dévie à gauche le plan de polarisation; sa déviation pour la raie D en solution chloroformique est —14°,66.

» Il se décompose partiellement par la distillation surtout à la pression ordinaire; il fixe par addition une molécule de brome, ce qui démontre expérimentalement l'existence de la double liaison dont nous venons de parler.

» En présence de l'anhydride phosphorique, il se comporte à la façon des alcools en perdant de l'eau et en donnant du cymène

$$C^{10}H^{16}O + P^2O^5 = 2\,PO^3H + C^{10}H^{14}.$$

» Traité soit par un mélange d'acide acétique cristallisable et d'acide sulfurique ou bien par le sodium et ensuite par l'anhydride acétique, il donne l'éther acétique $C^{10}H^{15}O - CH^3$ qui bout à 150° sous une pression de 40^{mm} et qui a l'odeur d'essence de lavande. Ce corps est donc un alcool.

» De plus, en présence de l'acide chromique et de l'acide sulfurique il se transforme en cétone, ce qui le caractérise comme alcool secondaire.

---

[1] Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

» *Pinénone* $C^{10}H^{14}O$. — La pinénone s'obtient en traitant le pinénol par l'acide chromique et l'acide sulfurique ou par le mélange chromique à la température ordinaire. Son analyse et son poids moléculaire conduisent à la formule $C^{10}H^{14}O$. Sa réfraction moléculaire est 44,33 et sa réfraction moléculaire théorique, en admettant l'existence d'une double liaison, de 43,84.

» La pinénone est un liquide jaune, d'odeur agréable, sa densité à 0° est 0,9953 et son indice de réfraction 1,5002; il dévie à gauche comme l'alcool correspondant la lumière polarisée; sa déviation pour la raie D en solution chloroformique est de — 21°,12; elle bout à 132° sous une pression de 42mm.

» Cette cétone est soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, le chloroforme; elle est insoluble dans l'eau, comme l'alcool dont elle dérive.

» Elle fixe par addition une molécule de brome, ce qui confirme expérimentalement l'existence de la double liaison dont nous parlions tout à l'heure :

$$C^{10}H^{14} = Az - AzH - CO - C^6H^5.$$

» La semicarbazone, préparée à la manière habituelle par le chlorhydrate de semicarbazide et l'acétate de sodium, fond à 82°.

» La cétone traitée par le chlorhydrate d'hydroxylamine donne un très beau corps cristallisé, la pinénonoxime.

» *Pinénonoxime* $C^{10}H^{14} = AzOH$. — La pinénonoxime se prépare en chauffant pendant quatre heures une partie de pinénone, une de chlorhydrate d'hydroxylamine, une à une partie et demie de soude caustique et dix parties d'alcool. L'alcool distillé, la pinénonoxime cristallise.

» Comme ce corps se forme en petite quantité quand on traite le pinène par les vapeurs nitreuses, nous avons répété plusieurs fois la même opération en remplaçant la pinénone par le pinénol et nous sommes toujours arrivés au même résultat négatif; la pinénonoxime qui se forme dans les conditions précédentes provient donc de la pinénone et cela nous montre en plus que cette dernière n'existait pas toute formée dans le pinénol, du moins en quantité appréciable.

» La pinénonoxime cristallise dans le système orthorhombique; elle est très soluble dans l'éther, moins dans l'alcool, surtout dans l'alcool froid; elle fond à 89°, dévie à gauche le plan de polarisation; sa déviation pour la raie D est $\alpha_D = -22°,3$.

» Elle distille en se décomposant partiellement à 170° sous une pression de 40mm.

» Elle fixe par addition une molécule de brome pour donner le composé bibromé $C^{10}H^{14}Br^2AzOH$, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, etc., et fondant à 152°.

» Elle se combine molécule à molécule avec l'isocyanate de phényle; le corps ains obtenu est cristallisé en fines aiguilles et fond à 135°; il est peu soluble dans l'éther, plus soluble dans l'alcool. Sa formule est $C^{10}H^{14}AzO - CO - AzH - C^6H^5$.

» Enfin, traitée en solution dans l'éther par le chlorure de benzoïle, elle se transforme en un très beau corps cristallisé, fondant à 105°, peu soluble dans l'éther, davantage dans l'alcool bouillant et répondant à la formule $C^{10}H^{14}AzO - CO - C^6H^5$. Nous nous sommes assurés que ce composé ne contenait pas de chlore. En opérant dans les mêmes conditions, on obtient une combinaison analogue avec le chlorure de butyrile, fondant à 74°

» En résumé, le pinène sous l'influence des vapeurs nitreuses, ou du peroxyde d'azote, donne un alcool secondaire, le pinénol caractérisé par son éther acétique, sa cétone et l'oxime de cette dernière.

» Je parlerai de sa formule possible de constitution dans un autre Recueil, et de beaucoup d'autres faits qui n'ont pu trouver place ici. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'isocyanate de phényle et de l'isothiocyanate de phényle sur les acides bibasiques* [1]. Note de M. **Élophe Bénech.**

« On sait qu'en faisant réagir de l'isocyanate de phényle sur les acides succinique, glutarique et camphorique, M. Haller a obtenu d'abord les anhydrides de ces acides, puis la phénylsuccinimide d'une part et les dianilides glutarique et camphorique d'autre part; ces dérivés chauffés à une température plus élevée ont donné les imides correspondants. Le processus de la réaction a été établi par M. Haller de la façon suivante :

$$R\left\langle\begin{matrix}CO.OH\\CO.OH\end{matrix}\right. + 2C^6H^5AzCO = CO\left\langle\begin{matrix}AzH.C^6H^5\\AzH.C^6H^5\end{matrix}\right. + R\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O$$

$$R\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle O + CO\left\langle\begin{matrix}AzH.C^6H^5\\AzH.C^6H^5\end{matrix}\right. = R\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle Az.C^6H^5 + CO^2 + AzH.C^6H^5,$$

dans le cas où il s'agit de l'acide succinique.

» Avec l'acide glutarique, on a la dianilide :

$$\left.\begin{matrix}CH^2CO\\ | \\ CH^2\\ | \\ CH^2CO\end{matrix}\right\rangle O + CO\left\langle\begin{matrix}AzH.C^6H^5\\AzH.C^6H^5\end{matrix}\right. = \begin{matrix}CH^2-CO.AzH.C^6H^5\\ | \\ CH^2\\ | \\ CH^2-CO.AzH.C^6H^5\end{matrix} + CO^2$$

et la dianilide glutarique chauffée à une température plus élevée donne la phénylglutarimide. L'acide camphorique se comporte comme l'acide glutarique. C'est cette réaction que nous avons cherché à généraliser pour en déduire un procédé général de préparation des dianilides correspondant aux acides bibasiques.

» *Acide malonique.* — La réaction marche très régulièrement, quand on chauffe 1 partie d'acide malonique avec 2 parties d'isocyanate de phényle. La température s'élève même brusquement à partir de 90° et monte jusqu'à 170°. Après refroidissement, on a une masse jaune clair qu'on fait cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool bouillant. Finalement, on obtient de belles aiguilles blanches insolubles dans l'eau,

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Haller, à la Sorbonne.

très peu solubles dans l'éther, solubles dans l'acide acétique cristallisable. Elles fondent à 224°, ce sont les caractères de la diphénylmalonamide ou dianilide malonique.

» Nous avons ensuite appliqué la réaction à un diacide contenant un nombre de C beaucoup plus élevé.

» *Acide sébacique.* — On chauffe 2 parties d'isocyanate de phényle avec 1 partie d'acide sébacique. La réaction marche régulièrement et est bien moins vive qu'avec l'acide malonique. Elle est terminée, quand la température atteint 150°. On reprend la masse par l'alcool bouillant et l'on fait une série de cristallisations. Pour avoir un corps bien pur, on le dissout dans le chloroforme bouillant et l'on fait une dernière cristallisation dans l'alcool.

» On obtient ainsi de petites écailles rhombiques incolores qui tendent à se grouper en houppes. Elles sont insolubles dans l'eau et l'éther P. F.; 198°; c'est la dianiline sébacique.

» La réaction de M. Haller est donc générale. Nous l'avons appliquée à la préparation de la dianilide azélaïque qui, croyons-nous, n'avait jamais été obtenue jusqu'à ce jour.

» *Acide azélaïque.* — L'acide azélaïque employé avait été obtenu par le procédé de M. Maquenne et son point de fusion était 107°. On chauffe dans un ballon 8^{gr} d'isocyanate de phényle et $6^{gr},50$ d'acide azélaïque bien sec.

» La réaction commence au-dessous de 80°; elle est surtout active de 130° à 140°, puis le dégagement gazeux diminue et toute la masse devient liquide à 160°. La réaction est terminée. Après refroidissement, on épuise à l'alcool bouillant, et après plusieurs cristallisations successives on obtient un corps parfaitement blanc qui se présente sous forme de mamelons. Pour l'obtenir bien cristallisé, on le reprend par l'alcool méthylique bouillant et il se dépose par refroidissement en belles aiguilles prismatiques qui fondent à 185°. Ce corps est très peu soluble dans l'eau, dans la benzine et l'éther. Il est soluble dans l'acide azotique concentré, d'où il est précipité par addition d'eau. Voici les résultats de l'analyse :

0,2645 de substance ont donné... 0,7211 de CO^2 et 0,1899 de H^2O
0,1963 » » » ... 14^{cc} d'azote mesurés à 18° ($H_t = 762^{mm}$, $t = 15°,5$).

Trouvé par l'analyse.		Calculé.	
C............	74,32	C............	74,55
H............	7,97	H............	7,69
Az............	8,28	Az............	8,28

» Le corps obtenu est donc bien la dianilide azélaïque, et le rendement est assez bon.

» Nous avons essayé de même de faire réagir l'isothiocyanate de phényle sur les acides bibasiques pour comparer son action à celle de l'isocyanate de phényle. Par analogie avec le cas précédent, tout doit se passer

comme si l'on avait les deux réactions successives

$$2C^6H^5-AzCS+R\begin{matrix}\diagup CO^2H\\ \diagdown CO^2H\end{matrix}=CS\begin{matrix}\diagup AzH-C^6H^5\\ \diagdown AzH-C^6H^5\end{matrix}+R\begin{matrix}\diagup CO\diagdown\\ \diagdown CO\diagup\end{matrix}O,$$

$$CS\begin{matrix}\diagup AzH-C^6H^5\\ \diagdown AzH-C^6H^5\end{matrix}+R\begin{matrix}\diagup CO\diagdown\\ \diagdown CO\diagup\end{matrix}O=R\begin{matrix}\diagup CO\,AzH-C^6H^5\\ \diagdown CO\,AzH-C^6H^5\end{matrix}+COS,$$

et l'on doit retrouver dans chaque cas l'imide ou la diamide que donnait l'isocyanate de phényle, mais avec un dégagement de COS au lieu de CO^2.

» Avec l'*acide malonique* la réaction n'est pas du tout conforme à ces prévisions. En effet, elle se fait à une température plus élevée qu'avec l'isocyanate; elle est bien moins vive, et lorsque, après épuisement de la masse par l'alcool, on a fait plusieurs cristallisations successives, on obtient deux corps dont l'un, cristallisé en aiguilles, est de la diphénylurée qui fond à 235°, et dont l'autre est cristallisé en tablettes rhombiques et a pour point de fusion 112°. Les propriétés de ce dernier corps et l'analyse que nous en avons faite nous ont montré que c'était de l'acétanilide. La réaction est la même quand on chauffe trois heures, en tube scellé à 160°, 2 parties d'isocyanate de phényle et 1 partie d'acide malonique.

» Avec l'*acide éthylmalonique*, on a un résultat semblable, c'est-à-dire qu'au lieu de trouver la dianilide éthylmalonique, nous avons obtenu un corps bien cristallisé qui, d'après l'analyse, était de la butyranilide. Son point de fusion était 97°-98°, Gerhardt indique 90°. Par contre, avec les autres diacides, l'isothiocyanate de phényle se comporte comme l'indiquent les équations ci-dessus.

» *Acide succinique.* — On introduit dans un ballon 14gr d'isothiocyanate de phényle et 6gr d'acide succinique, et l'on chauffe au bain d'huile. Le gaz qui se dégage est recueilli sur la cuve à mercure. La réaction est très régulière; elle atteint le maximum d'intensité vers 140°-150°, et elle est terminée à 180°. Le gaz produit est facile à caractériser. Il brûle avec une belle flamme bleue. Il est assez soluble dans l'eau, la dissolution a une odeur douce toute particulière, et elle laisse au bout de quelque temps un abondant dépôt de soufre. Si l'on agite ce gaz avec l'eau de baryte, celle-ci se trouble immédiatement; il est très rapidement absorbé par une solution alcoolique de potasse. Ce sont les caractères de l'oxysulfure de carbone. Quant à la masse solide jaune clair restée dans le ballon, on la reprend par l'alcool bouillant, et l'on fait une série de cristallisations; on obtient facilement un corps cristallisé en belles aiguilles longues enchevêtrées qui se sublime sans décomposition. Ce corps est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante et dans l'éther. Il fond à 155°, c'est la phénylsuccinimide.

» L'isothiocyanate de phényle et l'isocyanate de phényle ayant donné des résultats différents avec l'acide malonique, et des résultats identiques avec l'acide succinique, il était intéressant de voir ce que ces deux réactifs donneraient avec un diacide ayant une teneur en C plus grande. On a déjà vu que l'isocyanate de phényle, en présence de l'acide sébacique, donne la dianilide correspondante.

» *Acide sébacique.* — On introduit dans un ballon 8gr d'isothiocyanate de phényle et 6gr d'acide sébacique, et l'on opère comme précédemment. Le mélange devient liquide vers 110° et le dégagement de COS commence vers 130°; il devient abondant vers 160°. La réaction est terminée quand la température atteint 190°; après refroidissement on épuise la masse à l'alcool, et l'on fait une série de cristallisations; on obtient finalement un corps cristallisé en écailles rhombiques insolubles dans l'eau et dans l'éther P. F.; 198°.

» Ces propriétés et l'analyse que nous avons faite nous ont montré que nous avions bien la dianilide sébacique.

» *En résumé :* la réaction de M. Haller est générale : elle nous a permis de préparer la dianilide azélaïque.

» De plus, l'isothiocyanate de phényle se comporte comme l'isocyanate vis-à-vis des diacides de la série grasse, sauf vis-à-vis des acides maloniques.

» Nous nous proposons d'étudier l'action des autres isocyanates. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence d'une végétation active sur la formation de la thuyone et du thuyol* ([1]). Note de M. **Eugène Charabot**.

« Il résulte de mes récentes Communications à l'Académie des Sciences (séances des 6 novembre 1899, 29 janvier et 19 février 1900) ([2]) que les métamorphoses des composés terpéniques s'effectuent, dans la plante, en deux phases bien distinctes correspondant aux deux phases principales de la végétation :

» La première est celle de l'élaboration des alcools terpéniques et de leur transformation, par élimination des éléments de l'eau, soit en éthers composés, soit à la fois, lorsqu'il s'agit d'alcools se déshydratant facilement, en éthers et en terpènes. Ces transformations, comme je l'ai montré précédemment, ont pour siège les organes pourvus de chlorophylle et correspondent à la période de développement des parties vertes, période d'assimilation active.

» La deuxième phase coïncide avec la période de la vie de la plante pendant laquelle l'énergie respiratoire l'emporte sur le phénomène d'assimilation. La quantité d'oxygène fixée par les tissus est alors très sensible

---

([1]) Faculté des Sciences de Paris, laboratoire de M. Haller.

([2]) Voir aussi *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XXI et XXIII.

et, par oxydation, les alcools primaires se transforment en aldéhydes, les alcools secondaires en cétones correspondantes.

» J'ai pensé que, si cette manière de voir est exacte et si ces conclusions sont générales, à une période active du développement des parties vertes doit correspondre, dans les végétaux qui élaborent encore une proportion notable d'huile essentielle au cours de ce phénomène, une nouvelle formation d'alcools et d'éthers et un ralentissement dans la transformation de ces corps en cétones.

» C'est bien ce que m'a montré l'étude de deux essences d'*Artemisia absynthium :* l'une préparée le 8 juin 1899, après une longue période pendant laquelle les plantes ne s'étaient développées que très lentement (rendement : 0,1429 pour 100); l'autre préparée le 12 juillet, alors que la végétation avait atteint son maximum d'activité (le rendement avait augmenté et atteint la valeur 0,2450 pour 100) [1].

» L'essence d'*Artemisia absynthium* renferme notamment une cétone, la *thuyone* (tanacétone)

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ HC \quad\quad CO \\ H^2C \quad\quad CH^2 \\ C \\ | \\ CH \\ CH^3 \quad CH^3 \end{array}$$

et l'alcool correspondant, le *thuyol* (alcool tanacétylique

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ HC \quad\quad CHOH \\ H^2C \quad\quad CH^2 \\ C \\ | \\ CH \\ CH^3 \quad CH^3 \end{array}$$

partie à l'état libre, partie à l'état d'éthers.

---

[1] Les substances étudiées m'avaient été offertes par M. Pillet, à qui je suis heureux d'adresser tous mes remercîments.

» J'indique, dans le Tableau ci-dessous, les proportions de ces divers principes contenues dans les deux produits que j'ai étudiés :

	Essence extraite	
	le 8 juin.	le 12 juillet.
Densité à 24°	0,9307	0,9253
Éther (calculé en acétate)	9,7 pour 100	13,1 pour 100
Thuyol combiné	7,6 »	10,3 »
Thuyol libre	9,0 »	9,2 »
Thuyol total	16,6 »	19,5 »
Thuyone	43,1 »	35,0 »

» Ces résultats ont été contrôlés par une autre étude au cours de laquelle j'ai dosé les divers principes constitutifs dans les fractions successives des deux huiles essentielles ([1]). Ils montrent que, *pendant la période de végétation active, l'huile essentielle s'enrichit, d'une façon sensible, en éthers du thuyol; en outre, le thuyol qui prend naissance se transforme bien en thuyone, mais cette transformation n'est que partielle* (le calcul montre que la proportion de thuyone, exprimée par rapport au poids de la plante, va en croissant).

» *Conclusions.* — Je vais prouver que les résultats de cette étude concordent parfaitement avec les conclusions formulées dans ma précédente Note au sujet de la formation de la menthone et des éthers du menthol.

» Pendant la période considérée, période de végétation active, on a vu, non seulement le poids de la plante augmenter considérablement, mais encore la proportion relative d'huile essentielle atteindre une valeur presque double de sa valeur au premier stade. Une quantité notable de thuyol a pris naissance. La vive lumière, en même temps qu'elle a diminué notablement l'activité respiratoire, a augmenté l'énergie de la fonction assimilatoire.

» Les deux effets ont alors concordé pour que la résultante des deux fonctions fût en faveur de l'assimilation, et la quantité d'oxygène fixée par la plante est devenue insuffisante pour convertir en thuyone une proportion de thuyol aussi importante que durant la période de végétation lente. On constate alors, ce qui était à prévoir, que le thuyol n'a pas cessé de se transformer en thuyone, puisque la proportion totale de cette cétone exprimée par rapport au poids de la plante augmente encore, mais que cette transformation s'est ralentie considérablement, puisque la proportion de thuyone, exprimée par rapport à l'essence, diminue pendant la période

([1]) Les détails des opérations seront publiés prochainement au *Bulletin de la Société chimique*.

considérée. Au contraire, la proportion relative de thuyol augmente, comme d'ailleurs celle des éthers.

» En résumé, pendant la période de végétation active, de l'alcool terpénique se forme à nouveau, mais l'assimilation l'emportant sur la respiration, la formation de cet alcool et de ses éthers l'emporte sur leur transformation en cétone. »

ZOOLOGIE. — *Considérations sur les différences qui existent entre la faune des Opistobranches des côtes océaniques de la France et celle de nos côtes méditerranéennes.* Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. H. Filhol.

« Une étude comparée entre les diverses espèces d'Opistobranches que l'on observe le long des côtes françaises de l'Océan et de la Manche et celles qui habitent nos côtes méditerranéennes nous permet de donner quelques indications sur les différences qui existent entre ces deux faunes malacologiques.

» Tandis que les Opistobranches de nos côtes océaniques (océan Atlantique et Manche) sont, pour la plupart, des espèces septentrionales que l'on retrouve en abondance plus au nord (côtes de l'Angleterre, de la Norvège, de la Suède et du Danemark), les types méditerranéens sont, au contraire, des espèces méridionales qui, bien souvent représentées par de rares individus le long de nos côtes, deviennent plus fréquentes et même abondantes dans le golfe de Naples, sur les côtes de la Sicile et de l'Algérie.

» Non seulement ce sont les espèces qui se trouvent ainsi localisées, mais même des genres, à tel point que certains d'entre eux ne possèdent pas de représentants dans une de ces régions. Aussi, pour mieux préciser cette différence de nos faunes malacologiques françaises, nous allons indiquer ceux de ces genres que l'on trouve d'un côté et non de l'autre.

» Dans la Méditerranée, parmi les Opistobranches Tectibranches, nous avons des *Bulla, Notarchus, Umbrella, Tylodina, Pleurobranchœa, Pleurobranchus* vrais, *Susania,* etc., qui ne sont pas représentés le long de nos côtes océaniques ; mais sur ces dernières ce sont les *Amphisphyra,* les *Acera* et les *Philine* qui, peu abondantes dans la Méditerranée, prédominent ici.

» Parmi les Nudibranches les genres *Discodoris, Platydoris, Flabellina, Fiona, Glaucus, Tethys, Melibe, Bornella, Phylliroé* et *Pleurophyllidia* que nous

rencontrons dans la Méditerranée plus ou moins fréquemment sont remplacés sur nos côtes océaniques par les *Lamellidoris*, *Archidoris*, *Cadlina*, *Ægirus*, *Thecacera*, *Acanthodoris*, *Adalaria*, *Cratena*, *Tergipes*, *Lomanotus*, *Galvina* et *Dendronotus*.

» Nous trouvons bien quelques espèces communes aux deux régions, mais rares d'un côté elles sont fréquentes de l'autre.

» Il existe toutefois le long de nos côtes océaniques un point où certaines espèces septentrionales et méridionales paraissent vivre ensemble, c'est le golfe de Gascogne. En effet la faune malacologique de ce golfe offre un mélange de ces différentes espèces, ce qui permet de considérer ce point comme formant la ligne de séparation entre les deux faunes. Au-dessous de ce golfe, le long des côtes de l'Espagne et du Portugal, la faune malacologique côtière change d'aspect et montre une tendance à devenir tropicale, se rapprochant ainsi de notre faune méditerranéenne; tandis qu'au-dessus de ce même point le faciès septentrional de cette faune va en s'accentuant à mesure que l'on se rapproche des côtes de la Manche.

» Il n'y a guère que les espèces abyssales que l'on retrouve des deux côtés, ces espèces ne pouvant être influencées par la petite différence de latitude, car elles ne subissent pas les variations de température comme les espèces côtières. »

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités zoologiques des Phoronidiens et des Némertines.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. H. Filhol.

« J'ai signalé, dans ma précédente Note (*Comptes rendus*, 1898), les ressemblances qui me paraissent exister entre les premières phases embryonnaires des Phoronidiens et celles des Chordés (Vertébrés, Tuniciers). Je ne veux point exprimer qu'il serait équitable, dans une classification naturelle, de séparer ceux-là des autres Trochozoaires monomériques (Bryozoaires, Brachiopodes, Siponculiens), pour les rapprocher de ceux-ci. Les affinités plus grandes des Phoronidiens avec les représentants de ces trois derniers groupes, et notamment avec les Bryozoaires Ptérobranches, empêcheraient d'agir ainsi. J'ai seulement tâché de démontrer que l'évolution embryonnaire des Phoronidiens offre par certains côtés, d'une manière plus nette et plus précise que celui des êtres rangés dans les trois classes voisines, des concordances indiscutables avec les états initiaux du développement des Vertébrés.

» Plusieurs auteurs ont émis l'opinion que les Némertines se rapprochent aussi des Vertébrés. Ils cherchent les concordances dans la structure achevée, et complète, des premières. A mon avis, cette assertion, prise de cette manière, est inexacte. Les organes que l'on veut rendre homologues ne sont vraiment pas comparables, car leurs origines embryonnaires sont différentes. Mais il me paraît intéressant d'indiquer les ressemblances établies, dans les phases initiales de leur développement, entre les Phoronidiens et les Némertines.

» L'ovule des Phoronidiens, après sa fécondation et sa segmentation, se convertit en une blastule, puis en une gastrule. L'endoderme primitif (protendoderme) de cette dernière produit, à son tour, les éléments du mésoderme. Ceux-ci naissent séparément. Chacun se détache de la cellule endodermique qui l'engendre. Il parvient dans la cavité blastocœlienne et s'y mélange à ses similaires. Il n'est parmi eux aucune initiale réelle. Tous sont semblables; ils émettent des expansions amœboïdes. Tous ont la propriété de se subdiviser et de donner naissance à d'autres éléments. Le feuillet moyen augmente ainsi sa masse, soit par emprunt à l'endoderme, et c'est là le procédé primitif, soit par la segmentation de ses propres cellules. Il se dispose en un mésenchyme, intercalé à l'endoderme et à l'ectoderme. Les éléments issus de la subdivision intrinsèque ne se séparent point les uns des autres; ils restent unis par leurs prolongements, souvent fort longs. C'est là un mésenchyme primaire, dont les cellules composantes subissent deux sortes d'évolutions ultérieures. Les unes deviennent contractiles; elles constituent hâtivement un réseau musculaire assez lâche, qui servira à la larve pour mouvoir les diverses parties de son corps. Les autres n'offrent aucune modification apparente, pendant toute la durée de l'existence larvaire; beaucoup s'assemblent pour constituer une somatopleure et une splanchopleure; leur emploi futur est d'engendrer le mésoderme de l'adulte, car le feutrage contractile se détruit au moment de la métamorphose.

» Les phénomènes essentiels du développement des Annélides et des groupes voisins conduisent aussi à la même fin, c'est-à-dire à la formation d'un mésenchyme primaire. Seulement, d'habitude, les premières cellules mésodermiques sont vraiment des initiales, c'est-à-dire des cellules volumineuses et peu nombreuses, destinées à engendrer la plupart des éléments du feuillet moyen. Cette modification est ici d'importance secondaire.

» Les Némertines, surtout dans la formation de leur *pilidium*, présentent des particularités comparables à celles des Phoronidiens. Les vraies

initiales mésodermiques leur font défaut. Les cellules du mésoderme s'anastomosent souvent par leurs prolongements. Plusieurs d'entre elles composent un feutrage contractile. L'identité est complète, en ce qui concerne l'origine et la disposition de l'ébauche du feuillet moyen. Elle se borne à ces faits, du reste, et ne va pas plus loin. Malgré une certaine ressemblance, dans la métamorphose, entre le *pilidium* des Némertines et l'*actinotroque* des Phoronidiens, l'un n'est pas l'homologue de l'autre. Selon toutes probabilités, la paroi du *pilidium* équivaut à une membrane amniotique surajoutée au corps de l'embryon, et produite d'une manière si hâtive qu'une partie de l'organisme définitif provient d'elle. L'*actinotroque* est toute différente; elle correspond au corps même de l'embryon, et non pas à une partie de supplément.

» De telles relations, dans les premiers phénomènes du développement, entre les Némertines et les Phoronidiens, animaux montrant mieux que la plupart des autres vers les données essentielles et les moins modifiées des premières phases de l'évolution embryonnaire, conduisent à accepter un certain nombre de conclusions.

» La jeune larve des Phoronidiens, alors qu'elle n'a pas encore revêtu l'allure et la conformation caractéristiques de l'*actinotroque*, ressemble de tous points à une jeune *trochophore* d'Annélide. Ce qui s'applique à l'une s'applique aussi à l'autre. Or, la première offre une similitude évidente avec la jeune larve des Némertines. Les feuillets prennent naissance de la même manière; ils forment leurs ébauches de la même façon. Après avoir franchi la phase gastrulaire, et avant d'acquérir leurs structures particulières, ces deux larves passent par un état commun, dont l'une des principales caractéristiques est fournie par la disposition de l'ébauche mésodermique, établie en un mésenchyme primaire. J'ai donné à cet état le nom de larve *Vermula*. La Vermule est, dans le développement de ces êtres, une étape préliminaire, postérieure à la gastrule, d'où se dégagent ensuite les formes larvaires spéciales. C'est par elle que les relations entre les Némertines et les Trochozoaires nous deviennent sensibles, et non par autre chose. Les quelques concordances entre les organismes adultes découlent de sa propre organisation, dont plusieurs particularités se conservent et se perfectionnent sans trop se transformer.

» D'autre part, les larves des Phoronidiens et, par extension, celles des Annélides ont une affinité certaine avec les embryons des Chordés (voir ma Note susvisée : *Comptes rendus*, 1898). Par conséquent et grâce à elles,

les larves des Némertines ont aussi des relations avec ces derniers, moins immédiates et plus lointaines.

» Les concordances entre les Némertines, les Trochozoaires, les Chordés ne s'établissent que par des embryons à l'état d'ébauches et n'ayant pas encore acquis d'organisation particularisée. Elles se montrent au début du dévoloppement, dès l'achèvement de la phase gastrulaire, et s'effacent ensuite. Chacun possède son mode spécial d'évolution et des différences considérables se manifestent plus tard. Il ne faut donc point considérer les Némertines, les Phoronidiens et les Annélides comme formant la série ascendante qui conduit aux Vertébrés. Cette sériation n'existe pas. Les liaisons entre ces groupes sont données par leurs larves fort jeunes, c'est-à-dire par des êtres qui n'ont aucun des caractères réels des Némertines, ni des Phoronidiens, ni des Vers annelés. Ces larves, grâce à leur ressemblance, constituent une sorte de fonds commun d'où se dégagent, à divers degrés et de manières différentes, les qualités de structure de ces catégories d'animaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement embryonnaire des Cestodes.* Note de M. **G. Saint-Remy**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nos connaissances sur le développement embryonnaire des Cestodes sont dues principalement à Moniez, Ed. van Beneden et Schauinsland. Ce sont surtout des Bothriocéphales et des Ténias supérieurs à larve cysticerque, qui ont été étudiés à ce point de vue. Pour suivre le développement de l'œuf d'un Ténia à cysticercoïde, j'ai choisi le genre *Anoplocephala* qui appartient très vraisemblablement à ce type; des formes voisines de la même sous-famille ont été étudiées par Moniez [*Moniezia* (*Taenia*) *expansa*, et quelques autres espèces]. J'ai eu à ma disposition deux espèces parasites du Cheval, *An. plicata* Zeder et *An. mamillana* Mehlis : les phénomènes présentent peu de différences.

» L'œuf non développé, contenu dans l'utérus des jeunes anneaux, est sphérique, très déformable par la pression; il comprend une coque très mince, une masse volumineuse de vitellus nutritif à peu près homogène, très plastique, remplissant presque complètement la coque, et une cellule-œuf en forme de calotte peu épaisse, sans membrane, pourvue d'un noyau arrondi et aplati, avec un gros nucléole; une faible quantité de liquide remplit l'espace vide.

» On rencontre des œufs dont la cellule-germe est accompagnée d'un ou deux corpuscules chromatiques; ces corps se retrouvent dans tous les œufs en développement, où ils flottent en des points quelconques, et ne disparaissent que très tard : ils ont tous les caractères des globules polaires qu'on n'avait pas vus jusqu'ici d'une façon certaine. Je n'ai observé aucune image pouvant se rapporter à la fécondation. La cellule-germe commence ensuite à se segmenter. On constate que quelques-unes des premières cellules grossissent beaucoup, paraissant se nourrir aux dépens du vitellus qui diminue; deux cellules pénètrent dans la profondeur du vitellus qui se divise alors en deux masses secondaires et se fragmente en sphérules; ces sphérules fondent peu à peu, laissant vide le réseau protoplasmique de la cellule qui a fonctionné à la manière d'un phagocyte; les noyaux de ces cellules vacúolaires sont caractérisés par leur grande taille et leur gros nucléole. Ces deux cellules finissent par entourer les autres éléments de l'œuf et constituent une enveloppe externe rappelant exactement par sa structure celle des Bothriocéphales, à laquelle elle correspond, ainsi qu'à la « couche albuminogène » de *T. serrata* (van Beneden). Pendant ce temps, deux autres catégories d'éléments se différencient : trois grandes cellules à noyaux clairs forment une enveloppe interne, en dedans de laquelle s'organise en embryon un groupe de nombreux petits éléments sans limites visibles, à noyaux petits et riches en chromatine. Ces faits essentiels correspondent donc exactement à ce qui a été décrit chez les Bothriocéphales et chez *T. serrata*. Il n'y a pas une troisième enveloppe comme l'indique Moniez pour des formes voisines. L'enveloppe externe s'accroît beaucoup et épaissit ensuite la coque de l'œuf, puis finalement son protoplasma dégénère en une masse granuleuse pouvant renfermer des gouttelettes de graisse. L'enveloppe interne, dont les cellules sont fusionnées, se transforme en une coque spéciale (*appareil piriforme*) : d'abord ovoïde et épaisse, elle devient cordiforme, très mince en arrière; son protoplasme se transforme en une substance hyaline, homogène, et les noyaux dégénèrent; elle émet deux prolongements et finit par prendre la forme d'une sphère creuse surmontée de deux tubérosités qui se terminent par un chevelu de filaments ramifiés dont le rôle est probablement d'arrêter l'appareil dans le tube digestif d'un premier hôte; la paroi postérieure est très mince et c'est par ce point que l'embryon est expulsé lorsqu'on exerce une forte pression. L'embryon, d'abord ovoïde, acquiert ses crochets de bonne heure; il devient ensuite sphérique et susceptible de se mouvoir dans la cavité de la coque qu'il ne remplit pas. Cet embryon est très petit; il ne

présente aucune différenciation visible en deux sortes d'éléments, comme cela a été vu dans d'autres genres. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sondage et analyse des boues du lac Gălcescu* (*Karpates méridionales*). Note de MM. DE MARTONNE et MUNTEANU MURGOCI, présentée par M. de Lapparent.

« L'un de nous a récemment exposé (*Comptes rendus*, séance du 27 novembre 1899) comment il avait été amené, pour fixer les traces de la période glaciaire dans le massif du Paringu, à lever au $\frac{1}{10000}$ les cirques de Găuri et de Glăcescu et au $\frac{1}{20000}$ les cirques voisins. Ce levé a montré que le massif du Paringu était extrêmement riche en petits lacs de montagne, qui jusqu'ici n'avaient été figurés sur aucune Carte.

» Le plus étendu des lacs situés en territoire roumain se trouve dans un cirque latéral de Gălcescu, à une hauteur de 1921^{m}. C'est un lac glaciaire des plus typiques, comparable à ceux des Pyrénées, de la Tatra ou de la Forêt-Noire, quoique sa superficie et sa profondeur soient bien inférieures à celles de ces nappes d'eau. Sa forme est celle d'un rectangle allongé du sud-sud-ouest au nord-nord-est. Il est entièrement creusé dans le granit gneissique, qui forme la crête du Paringu de Urda à Mândra. La même roche se retrouve tout autour, présentant en général un facies de plus en plus gneissique en allant vers le nord, les blancs plongeant vers le nord-nord-ouest sous un angle variable mais toujours assez petit. La rive sud est dominée par des escarpements de 200^{m} de haut, d'où descendent des éboulis qui ont en grande partie comblé la partie méridionale du lac. Dans l'angle sud-est débouche en outre un ruisseau qui vient du palier supérieur du cirque, où se trouvent plusieurs lacs, et qui bâtit un cône de déjection assez large; dans l'angle sud-ouest, un cône d'éboulis formé de matériaux plus grossiers travaille d'une façon plus active au comblement. Les rives est et ouest s'élèvent rapidement jusqu'à deux terrasses situées à 20^{m} au-dessus du niveau du lac et portant elles-mêmes plusieurs petites nappes d'eau. La rive nord est plate et marécageuse, avec de très belles roches moutonnées au milieu desquelles serpente l'émissaire du lac qui, tombant en cascade, va rejoindre le ruisseau principal de Gălcescu un peu au-dessus de la Stîna.

» La Carte du lac Galcescu a été levée en commun; de nombreux sondages ont permis de tracer les isobathes de 1^{m} en 1^{m} (avec courbes

auxiliaires de $0^m,50$ sur les bords plats). Voici les résultats calculés planimétriquement sur la minute au $\frac{1}{1000}$:

Surface totale	29196^{mq}		moins de 1^m	3740^{mq}
Profondeur de plus de 1^m...	25456	86,1 pour 100	de 1^m à 2^m	6445
» » 2...	19011	68,6	de 2 à 3	2884
» » 3...	16127	55,2	de 3 à 4	2420
» » 4...	13707	46,9	de 4 à 5	2085
» » 5...	11622	39,8	de 5 à 6	1515
» » 6...	10107	34,6	de 6 à 7	1940
» » 7...	8167	27,9	de 7 à 8	1984
» » 8...	6183	20,8	de 8 à 9	1768
» » 9...	5415	18,5	de 9 à 10	1290
» » 10...	125	0,8		

Volume.......... $157658^{mc},4$. Profondeur moyenne... $5^m,40$.

» On remarquera la grande extension des profondeurs inférieures à 2^m résultat du comblement de la partie sud du lac par les éboulis descendant des escarpements voisins et le cône de déjection du torrent affluent; et aussi le développement des profondeurs de 9^m à 10^m, indice d'un fond plat. Ces résultats seraient aussi bien mis en lumière par la courbe bathygraphique qui sert à calculer graphiquement la profondeur moyenne. Celle-ci est légèrement supérieure à la moitié de la profondeur maximum, résultat également intéressant. L'allure des courbes montre que le lac a bien la forme de bassin fermé à fond plat, caractéristique des cuvettes glaciaires. Dans la région sud-ouest, la faible profondeur a permis, en serrant les coups de sonde, de délimiter des roches moutonnées très nettes qui accidentent le fond du lac et viennent affleurer à moins de $0^m,50$ de la surface. Il y en a trois, allongées du sud-sud-ouest au nord-nord-est, c'est-à-dire dans l'axe de la plus grande longueur du lac et présentant leur abrupt au nord et à l'est.

» Le comblement du lac est assez rapide, surtout dans la partie méridionale. Là, sur un espace de plus de 12000^{mq}, le fond est formé de gros blocs de granite gneissique. Ces blocs se retrouvent tout le long de la rive ouest et est. Une bande de sable fin, dont la largeur varie, suit toutes les rives, occupant une surface de 4000^{mq} à 5000^{mq}. Tout le reste du lac est tapissé d'une couche de boue qui revêt même les roches moutonnées et dont l'épaisseur croît avec la profondeur, atteignant $0^m,50$ par une profondeur de 2^m à 3^m et probablement 1^m à $1^m,50$ dans les grandes profondeurs.

» Le sable analysé mécaniquement donne : I, cailloux de plus de 2^{mm},

30 pour 100; II, entre 2^{mm} et 1^{mm}, 50 pour 100; III, sable fin de moins de 1^{mm}, 14 pour 100; IV, résidu, 6 pour 100. Ce résidu, passé par un appareil de Nolbet, se divise en : IV^a, sable très fin, 2 pour 100; IV^b, lehm, 4 pour 100.

» I est formé de fragments de granite gneissique. Mais on trouve aussi des morceaux de schistes séríciteux et graphiteux, d'amphibolites et de roches vertes. Ces éléments viennent des bandes d'amphibolites feldspathiques qui se trouvent dans la partie supérieure de Gălcescu et des lambeaux de la couverture des roches vertes avec schistes séríciteux et graphiteux qu'on retrouve bien conservée dans le cirque de Găuri. Ces roches n'affleurant pas dans le bassin de l'affluent du lac, leurs débris doivent avoir été apportés *par un autre agent* que ce torrent. II est formé des minéraux désagrégés des roches précédentes. III présente les minéraux absolument isolés séparables au moyen de liqueurs titrées. On y retrouve les éléments du granite gneissique de Gălcescu : quelques-uns plus ou moins altérés comme la biotite, uniformément transformée en mica blanc sans perdre ses inclusions de sagénite, d'autres mieux conservés, sphène, zircon et apatite, restes de rutile, tourmaline et grenat. On trouve aussi des amphiboles, épidotes, etc. IV^a peut s'étudier directement au microscope et renferme les mêmes éléments. IV^b est un résidu argileux avec oxyde de fer hydraté et débris minéraux très ténus. IV correspond dans l'ensemble au limon couvrant le fond du lac.

» Le limon contient encore une certaine quantité de sable, des restes de plante plus ou moins décomposés, des débris de crustacés aquatiques (Daphnia, Cyclops), ainsi que de nombreuses carapaces de Diatomées. Il est brun, poreux; séché, il est plus léger que l'eau; réduit en poudre et soumis à la lévigation, il se sépare en deux parties, l'une plus légère (restes végétaux), l'autre plus lourde (partie minérale). Les échantillons prélevés sur la rive ouest, la moins soumise à l'alluvionnement rapide et grossier, ont donné, après séparation des matières organiques :

» SiO^2, 60,27 pour 100; TiO^2 et ZrO^2, 1,20 pour 100; Al^2O^3, 11,12 pour 100; Fe^2O^3, 3,65 pour 100; FeO, 0,65 pour 100; CaO, 1,51 pour 100; MgO, 1,05 pour 100; K^2O, 1,90 pour 100; Na^2O, 2,55 pour 100; H^2O, 15,91 pour 100.

» En éliminant H^2O, on trouve SiO^2, 71,84 pour 100; TiO^2 et ZrO^2, 1,42 pour 100; Al^2O^3, 13,25 pour 100; Fe^2O^3, 4,35 pour 100; FeO, 0,78 pour 100; CaO, 1,80 pour 100; MgO, 1,25 pour 100; K^2O, 2,97 pour 100; Na^2O, 3,04 pour 100.

» Cette composition chimique correspond à celle du granite de Gălcescu, dont cette boue est un produit d'altération. La proportion des matières insolubles est la même que dans les lacs de montagne nourris par des torrents venant de régions granitiques. Dans l'ensemble, il est intéressant de constater la parenté de cette boue avec certaines argiles glaciaires

» Quelles que soient les faibles dimensions du lac Gălcescu et l'insuffisance de ces résultats, il a paru bon de les faire connaître, ce lac étant le premier lac de haute montagne dans les Karpates méridionales qui ait été sondé et soumis à de pareilles recherches. »

GÉOLOGIE. — *Sur les plissements du pays de Bray.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« I. L'anticlinal du pays de Bray et les plis du bassin de Paris dirigés parallèlement du nord-ouest au sud-est présentent beaucoup de traits communs avec une chaîne de montagnes. C'est l'ébauche d'une véritable chaîne tertiaire (gallo-britannique) qui s'est développée dans le Vorland de M. Suess et qui remonte vers le nord jusqu'aux régions baltiques.

» J'ai pensé qu'il était intéressant d'étudier les différents mouvements qui ont affecté ces plis dans le temps.

» S'il y a eu pendant la période secondaire de nombreux mouvements, ils sont encore mal connus; je ne parlerai que du dernier plissement crétacé dont l'existence est des plus évidentes.

» Après le dépôt de la craie blanche de Meudon, une surélévation générale du bassin de Paris, partant du sud, a refoulé la mer vers le nord, mais à l'époque montienne, une descente générale de l'aire synclinale franco-belge a ramené la mer dans le bassin de Paris.

» Cette mer, d'abord assez profonde, a diminué progressivement de profondeur et de salure en se transformant d'abord en lagune saumâtre, puis en lac lagunaire. Cette modification est l'indice d'une surélévation progressive du bassin et l'annonce d'une ride qui affectera le Bray; en effet, la surélévation se continue jusqu'à l'émersion complète de l'aire synclinale; il se forme alors un dôme allongé, placé sur l'axe actuel du Bray.

» Ce sont là des modifications d'ordre général qui se répéteront toutes les fois qu'il se produira un plissement important dans le Bray.

» Après la formation du dernier pli crétacé, une nouvelle descente générale de l'aire synclinale détermine la très grande et très importante transgression de la mer thanétienne et l'arrivée de courants froids provenant du Nord, courants qui amènent et qui dispersent avec une très grande rapidité la *première faune boréale tertiaire* dans toute l'étendue de l'aire anglo-franco-belge.

» Il y a donc contraste absolu entre la température de l'air et celle des eaux marines, car la flore et la faune terrestres annoncent un climat presque tropical.

» Sous l'influence des courants de transgression, la mer thanétienne arase ce qui restait des parties saillantes du dôme et dépose au sud-est de Beauvais, de chaque côté de l'axe du Bray, *en discordance de stratification* sur les assises redressées du Sénonien et du Turonien, les sables de Bracheux à *Cyprina scutellaria*.

» Des mouvements semblables, également suivis de transgression marine et de changement de faune, se sont produits à la fin du Sparnacien moyen, de l'Yprésien, du Lutétien supérieur, du Bartonien moyen et du Bartonien supérieur. A chacune de ces époques, il s'est formé, sur l'axe du Bray et sous la mer, une série successive de petits dômes séparés par des intervalles de temps où la descente générale du bassin, redevenant régulière, rétablissait, après l'arasement des parties surélevées, la courbure normale de l'aire synclinale. Ces dômes successifs se trouvent toujours situés sur une ligne qui deviendra plus tard l'axe du Bray; ils semblent pourtant s'être déplacés progressivement vers l'ouest, sous l'influence de poussées venant de l'est que l'on peut rapprocher de la propagation des ondes périphériques. A chaque période de plissement, les mêmes phases se reproduisent; il y a d'abord des mouvements précurseurs qui amènent une diminution progressive dans la profondeur et dans la salure des eaux; puis, après la formation du dôme, il y a descente générale du bassin, la mer revient en transgression avec un maximum de profondeur et avec retour de faunes franchement marines. Des courants rapides amènent des espèces nouvelles pour le bassin de Paris, arasent les dômes, en transportant vers l'est, dans le centre du bassin, des galets calcaires et siliceux à plus de 100^{km} de leur point de départ.

» Il est difficile de ne pas croire qu'un retour si régulier des mêmes phénomènes ne soit pas dû à la récurrence de causes semblables, et l'on peut se demander s'il n'y aurait pas lieu de rechercher des phases analogues dans la formation des grandes chaînes. Il est cependant possible que, lorsque le mouvement de plissement prend plus d'importance, l'affaissement et la transgression qui le suivent soient insuffisants à le compenser et ne se trouvent pas mis en évidence. Ainsi, dans le bassin de Paris, si les mers avaient eu une profondeur d'une dizaine de mètres en plus, aucun des mouvements précédemment décrits ne pourrait être constaté. Car dans ces conditions, une diminution de 4^m à 10^m de profondeur n'aurait

jamais amené la formation de lagunes ni l'émersion de l'aire synclinale.

» Dans le bassin de Paris tout s'est passé comme si l'aire synclinale était sollicitée par deux forces, quelles que soient du reste leurs composantes et leur origine, indépendantes et agissant dans deux sens opposés. La première, de grandeur constante, amènera la descente générale du bassin; la seconde, qui détermine à d'autres moments la surélévation générale et la formation de plis locaux, passe par des phases d'inégale intensité: d'abord égale à la première, elle lui devient supérieure, pour redevenir de nouveau égale et enfin inférieure. Il en résulte de véritables cycles où des états de repos passagers sont suivis alternativement de périodes de surélévation avec formation de dômes et de périodes d'affaissement.

» M. Suess a déjà fait remarquer, d'après les remarquables travaux de MM. Hébert et de Lapparent, que les sommets des anticlinaux ainsi formés sont tournés vers le nord, comme ceux des plis anciens. Cette remarque a une très grande importance, car si l'on admet avec M. Marcel Bertrand que les mouvements sont continus et se propagent toujours dans le même sens, au moins pendant des époques déterminées, il arrivera un moment où, sous les efforts des poussées du sud, les anticlinaux seront complètement déversés vers le nord, comme les plis anciens, et des fractures consécutives détermineront la formation de lames de charriage qui se dirigeront vers l'aire synclinale du nord en voie de formation.

» D'un autre côté, il faudra aux poussées venant de l'est un effort des plus faibles, pour faire glisser dans la Manche les lames horizontales de craie qui constituent les falaises. A ce sujet je ferai remarquer que les masses crayeuses sont également divisées par des failles verticales ou obliques en compartiments qui ont subi des rejets horizontaux très peu accentués, mais suffisants pour strier leurs parois et indiquer la direction générale de leur déplacement vers l'ouest sous l'influence des poussées de l'est. M. Michel-Lévy avait déjà fait remarquer que ces rejets horizontaux, décrochements, très accusés en profondeur, dans les chaînes anciennes, diminuaient d'intensité à mesure que l'on s'élevait dans la série secondaire.

» II. Les transgressions marines sont toujours accompagnées de courants rapides qui tendent à établir l'équilibre entre les eaux de l'aire synclinale et celles de l'Océan. Ces courants de transgression amènent dans les eaux marines une uniformité de température et de salure assez grande pour que les faunes, à une époque donnée, présentent sensiblement les mêmes caractères dans toute l'étendue de la zone marine de l'aire syn-

clinale; ils déterminent ainsi l'arrivée et la dispersion très rapide d'espèces nouvelles qui proviennent des océans.

» Il est à peu près certain que ce sont des phénomènes semblables qui déterminent dans les mers continentales l'arrivée à un même moment d'espèces nouvelles, qui caractérisent les différents horizons paléontologiques et servent ainsi à établir sur toute la terre une chronologie uniforme. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des sérums antileucocytaires. Leur action sur la coagulation du sang.* Note de M. C. **Delezenne.**

« Les belles recherches de Bordet sur la production par les organismes, soumis aux injections de sang étranger, d'anticorps pour le globule rouge ont ouvert une voie des plus fécondes à l'activité des chercheurs : des travaux récents ont montré, en effet, qu'il était possible, comme l'avait fait prévoir Metchnikoff, d'obtenir par le même procédé « des sérums contre » toutes sortes d'éléments cellulaires ». On sait que Metchnikoff lui-même a observé, en particulier, que les animaux injectés de leucocytes étrangers, sous la forme d'émulsions de ganglions lymphatiques ou de rate, fournissent un sérum doué de propriétés globulicides spécifiques vis-à-vis de ces éléments.

» Je poursuis, de mon côté, depuis quelques mois des recherches sur les anticorps du globule rouge et des leucocytes dans le but d'étudier leur action physiologique et tout spécialement les effets qu'ils exercent sur la coagulation du sang. Ce sont les résultats généraux d'expériences entreprises dans cette direction, avec les anticorps du leucocyte, que je me propose de résumer dans cette première Note.

» J'ai montré antérieurement que tous les agents anticoagulants du groupe de la peptone sont destructeurs des globules blancs, que la leucolyse *in vivo* est le *primum movens* de l'incoagulabilité et que l'action du foie dans le processus qui se développe sous l'influence de ces agents est subordonnée à la destruction leucocytaire qu'ils provoquent.

» L'interprétation de ces faits a soulevé quelques objections auxquelles j'ai déjà partiellement répondu. J'ai pensé que les données nouvelles, relatives à la production des sérums anticellulaires, me mettaient en possession d'une méthode capable de vérifier et d'étendre davantage mes recherches antérieures : *Établir qu'un sérum étranger, primitivement inactif sur la coagu-*

lation, acquiert, en même temps que se développe son pouvoir dissolvant pour les leucocytes, des propriétés anticoagulantes énergiques; montrer que celles-ci sont étroitement liées à l'action leucocytique du sérum et ne se manifestent qu'en vertu d'un processus réactionnel de l'organisme identique à celui que nous avons précédemment fixé, ne serait-ce pas fournir, en effet, une intéressante contre-épreuve de nos premières expériences?

» La seule difficulté pour résoudre le problème que nous nous posions était d'obtenir des sérums dont l'action lysinante sur les globules blancs d'une espèce déterminée fût assez énergique pour provoquer à très faible dose la dissolution de ces éléments.

» J'ai choisi le chien comme animal d'épreuve, afin de pouvoir comparer exactement les résultats obtenus avec ceux que m'avait fournis, chez cet animal, l'étude des agents anticoagulants du groupe de la peptone. Je me suis donc efforcé de préparer des sérums actifs vis-à-vis des leucocytes du chien.

» Dans ce but, j'ai tout d'abord, à l'exemple de Metchnikoff, pratiqué à des lapins une série d'injections sous-cutanées d'une émulsion de ganglions lymphatiques ou de rate de chien.

» J'ai le plus souvent opéré dans la suite en injectant au lapin des globules blancs prélevés, après centrifugation du sang de chien, au niveau de la couche supérieure du dépôt globulaire. Bien que cette couche soit très riche en leucocytes, on injecte forcément avec eux une certaine quantité de globules rouges et le sérum de l'animal acquiert de ce fait des propriétés hémolytiques en même temps qu'un pouvoir dissolvant pour les leucocytes. Mais son action globulicide vis-à-vis des hématies est d'ordinaire relativement faible et ne se manifeste, en tout cas, en aucune façon aux doses qui atteignent déjà intensivement les globules blancs.

» Il n'est même pas nécessaire d'injecter la couche supérieure du dépôt globulaire centrifugé pour obtenir un sérum actif vis-à-vis des globules blancs. L'injection de sang défibriné total donne les mêmes résultats : des lapins, une chèvre et un canard, traités par du sang défibriné total, ont fourni en particulier des sérums fortement leucolytiques et dont l'activité se manifestait avec la plus grande netteté à des doses qui respectaient encore les hématies.

» J'ai observé enfin, et ce fait n'est assurément pas sans intérêt, que des lapins injectés à plusieurs reprises de sérum de chien, débarrassé de tout élément figuré, peuvent produire eux aussi des sérums globulicides pour les leucocytes du chien.

» Pour se rendre compte de l'action leucolytique énergique des divers sérums ainsi obtenus, il suffit de les faire agir sur des globules blancs retirés des exsudats ou de la lymphe du chien. L'examen microscopique montre que la destruction s'opère avec une très grande rapidité : les leucocytes, presque instantanément immobilisés, s'agglutinent et se transforment en vésicules transparentes qui ne tardent pas elles-mêmes à disparaître. Le phénomène peut se produire en quelques minutes si l'on opère à une température voisine de 37°.

» Je me suis assuré d'autre part que les sérums neufs n'exercent les mêmes effets qu'à des doses incomparablement plus fortes et au bout d'un temps beaucoup plus long.

» Étudions maintenant les effets du sérum antileucocytaire sur la coagulation du sang chez le chien.

» Ajoutés, *in vitro,* au sang de cet animal, les sérums actifs favorisent la prise en caillot et diminuent le temps de coagulation.

» Introduits dans le torrent circulatoire, à dose appropriée, ils entravent au contraire ce phénomène et le sang extrait des vaisseaux, quelques minutes après l'injection, conserve sa fluidité pendant un temps plus ou moins long. On observe en même temps une hypoleucocytose marquée, une excitation très vive de l'animal suivie d'une narcose profonde, une chute considérable de la pression sanguine. C'est, on le voit, le tableau complet de l'intoxication peptonique.

» L'activité des sérums étudiés a varié naturellement avec les espèces animales ou même les individus de même espèce qui les ont fournis, avec le nombre des injections reçues, la quantité et la provenance des leucocytes introduits à chaque injection.

» Une série de lapins ayant reçu dans le péritoine trois ou quatre injections de leucocytes de chien, prélevés au niveau de la couche supérieure du dépôt globulaire centrifugé, ont fourni des sérums qui, aux doses respectives de $0^{cc},4$, $0^{cc},6$, 1^{cc} et 2^{cc} au plus par kilogramme, suspendaient la coagulation du sang, comme le fait une dose active de peptone, c'est-à-dire pour plus de vingt-quatre heures.

» Une chèvre, injectée depuis deux mois de sang défibriné total, possède actuellement un sérum actif à la dose de $2^{cc},5$ par kilogramme.

» Un canard ayant reçu également quelques injections de sang défibriné total a donné, à plusieurs reprises, du sérum qui rendait le sang tout à fait incoagulable à des doses variant entre 1^{cc} et 2^{cc} par kilogramme.

» Enfin, quelques lapins injectés de sérum de chien, privé de tout élément figuré, ont fourni des sérums très actifs lorsqu'ils étaient employés aux doses de $0^{cc},8$ et $1^{cc},2$ par kilogramme.

» J'ajouterai que tous ces sérums étaient extraordinairement toxiques. La plupart des chiens succombaient à des doses à peine supérieures à 1^{cc} par kilogramme; quelques-uns n'ont pu résister à des injections de $0^{cc},4$ et $0^{cc},6$ par kilogramme.

» Je crois inutile de rappeler que les sérums neufs correspondants sont dépourvus, aux mêmes doses, de toute action et qu'il faut en injecter des quantités relativement considérables pour observer une modification appréciable de la coagulation.

» Il nous reste maintenant à déterminer en vertu de quel processus les sérums antileucocytaires sont capables d'entraver la coagulation lorsqu'ils sont injectés dans les vaisseaux. La différence de leur action sur le sang *in vitro* et *in vivo* tient-elle, comme pour les agents du groupe de la peptone, à l'intervention du foie? C'est ce que je me propose d'examiner dans une prochaine Note. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fixation des bases alcalines dans le squelette minéral du fœtus pendant les cinq derniers mois de la grossesse.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Bouchard.

« Les recherches que je poursuis sur la statique minérale du fœtus humain ([1]) m'ont conduit à déterminer les proportions respectives des bases alcalines, potasse et soude, dans l'organisme fœtal.

» C'est là une question mal connue, encore controversée ([2]) et qui semble comporter des solutions variables avec les diverses espèces animales tout au moins.

» Les résultats ci-dessous sont de nature à éclairer le problème en ce qui concerne l'espèce humaine, au cours des derniers mois de la vie intra-utérine. Ces résultats ont été obtenus par l'analyse des cendres provenant de l'incinération complète de sept embryons d'âges divers, de quatre à neuf mois. Les chiffres de soude et de potasse sont rapportés à l'ensemble de l'organisme.

Numéros.	Age du fœtus.	Sexe.	Poids du fœtus.	Poids des cendres.	K^2O.	Na^2O.
			kg	gr	gr	gr
1.........	4 mois à 4 m. ½	F.	0,522	14,0024	1,27	1,71
2.........	4 m. ½ à 5 mois	F.	0,570	18,7154	0,18	2,09
3.........	5 mois à 5 m. ½	F.	0,800	18,3572	1,51	2,31
4.........	6 mois	F.	1,165	30,7705	2,21	3,26
5.........	6 mois	F.	1,285	32,9786	2,77	3,60
6.........	à terme	M.	2,720	96,7556	5,98	7,83
7.........	à terme	M.	3,300	106,1603	7,98	6,30

» Le poids de la potasse et de la soude augmente naturellement à mesure que l'embryon s'accroît; mais cette augmentation ne se fait pas parallèlement pour les deux bases. C'est ainsi qu'en traduisant les données précédentes en poids moléculaires, on obtient :

Numéros.	Age du fœtus.	Pour une molécule de potasse K^2O.
1..........	4 mois à 4 m. ½	2 molécules de soude Na^2O
2..........	4 m. ½ à 5 mois	17 »

([1]) *Comptes rendus*, 24 avril et 5 juin 1899.

([2]) Von Bezold, *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, t. IX, p. 246; 1858. — Giacosa, *Arch. ital. de Biologie*, t. XXII, fasc. 11, p. 252 et suiv.

Numéros.	Age du fœtus.	Pour une molécule de potasse K^2O.	
3..........	5 mois à 5 m. ½	2,3	»
4..........	6 mois	2,2	»
5..........	6 mois	2	»
6..........	à terme	2	»
7..........	à terme	1,2	»

» Même en ne faisant pas état du numéro 2 qui présente une anomalie très marquée, explicable par l'état de déchéance du sujet, on voit que la soude prédomine constamment et d'une façon notable dans tous les cas sauf pour un fœtus à terme (n° 7) vigoureux, mort accidentellement pendant le travail.

» On peut rattacher cette prédominance de la soude à l'abondance du tissu cartilagineux, très riche en sel marin. Il n'est pas sans intérêt de rappeler aussi que, chez les formes animales les plus anciennes qui ont apparu dans la mer, l'organisme contient beaucoup de sodium.

» La proportion de potasse est d'autant plus grande que le développement de l'embryon est plus avancé. Cette base constitue un élément prédominant des globules rouges et des muscles striés; il n'est donc pas surprenant que la teneur en potasse soit en rapport avec le degré de développement et aussi, en quelque mesure, avec la vigueur du sujet. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés physiologiques des nitriles* [1]. Note de M. **Edmond Fiquet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On sait que, lorsqu'on substitue dans une molécule organique un groupement carboxylé à un atome d'hydrogène, on obtient un acide correspondant. Si le composé primitif était toxique, cette toxicité se trouve considérablement diminuée : c'est ce qui paraît résulter de quelques remarques de Schmiedeberg, Nencky, Boutmy, Binet, qui ont comparé la toxicité de certains carbures et phénols à leurs dérivés carboxylés correspondants, en particulier le phénol et l'acide salicylique, le pyrogallol et l'acide gallique, l'aniline et l'acide *o*-amidoacétique, la naphtaline et l'acide naphtalino-carbonique. Toutefois quelques contradictions à cette règle n'ont pas permis d'en établir la généralité.

» D'autre part M. Arm. Gautier a montré que les hydratations et oxydations qui s'effectuent dans l'organisme vivant donnent naissance à des

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Armand Gautier.

bases, les leucomaïnes, qui sont d'autant plus toxiques qu'elles sont plus pauvres en oxygène, se rapprochant alors des ptomaïnes.

» J'ai cherché à étendre ces conceptions et je me suis adressé, dans ce but, à la série des nitriles pour des raisons que j'indique un peu plus loin.

» La plupart des corps sur lesquels je devais opérer n'étaient pas connus, j'ai dû les préparer par une méthode qui m'est personnelle; je les ai obtenus dans l'action de l'aldéhyde benzylique et des aldéhydes oxybenzyliques sur le cyanacétate de sodium ou l'acide cyanacétique. L'acétonitrile a été préparé par distillation de l'acide cyanacétique maintenu à 170° et les autres nitriles par la décomposition, à température plus ou moins élevée, des acides cyanés correspondants. J'ai déjà fait connaître un certain nombre de ces composés, je décrirai les autres ainsi que le détail des expériences physiologiques dans un Mémoire plus étendu.

» Je n'indiquerai dans la présente Note que les résultats que j'ai obtenus avec l'acétonitrile, le nitrile cinnamique et les dérivés carboxylés correspondants.

Acétonitrile.

Cobayes mâles. — Injection intrapéritonéale d'acétonitrile en solution aqueuse à $\frac{1}{5}$.

Poids de l'animal.	Quantité injectée par kilogr.	
690 gr	0,2 cc	Survie sans état sérieux.
600	0,5	id.
685	0,5	id.
610	0,5	Mort le lendemain sans cause apparente.
590	1,0	Survie après état sérieux après l'injection.
550	1,0	id.
590	1,0	id.
520	1,25	id.
650	1,50	Mort après 3 heures.
610	1,75	Mort après $2^h 30^m$.

Lapins mâles. — Injection intraveineuse d'acétonitrile en solution à $\frac{1}{2}$ (veine marginale de l'oreille).

2060	1	Survie, état sérieux immédiatement après l'injection.
2090	1	id.
2220	1	id.
2120	1	id.
2220	1,25	Mort dans la nuit.
2500	1,50	Mort après 6 minutes.
2000	1,50	Mort après 5 minutes.

Acide cyanacétique (sel de sodium).

Cobayes mâles. — Injection intrapéritonéale en solution aqueuse à $\frac{1}{3}$.

Poids de l'animal.	Quantité injectée par kilogr.	
575 gr	1,50 gr	Pas de troubles manifestes.
645	2	Irrégularités de la respiration. Parésie du train de derrière.
575	2,50	Mort le lendemain (la solution était vieille).
590	3	Mort après $1^h 20^m$.
605	3,50	Mort après 30 minutes.

Lapins mâles. — Injection intraveineuse en solution aqueuse à $\frac{1}{3}$.

2600	2	Mort par syncope au milieu de l'injection.
2150	2,50	Survie sans état grave.
2170	2,50	id.
2320	3	Mort après 7 minutes.
2000	3	Mort après 5 minutes.
2170	3,4	Mort après plusieurs heures.

Nitrile cinnamique.

Cobayes mâles. — Injection intrapéritonéale en solution alcoolisée à $\frac{1}{10}$.

Poids de l'animal.	Quantité injectée par kilogr.	
gr 775	gr 0,028	Survie, mais après état très grave.
645	0,0193	Mort après 2 heures.

Lapins mâles. — Injection intraveineuse (veine marginale de l'oreille).

2570	0,013	Survie après état grave immédiatement après l'injection.
2130	0,028	Mort en 2 minutes.
1840	0,0407	Mort en 1 minute.

Acide α-cyanocinnamique (sel de sodium).

Cobayes mâles. — Injection intrapéritonéale en solution aqueuse à $\frac{1}{5}$.

Poids de l'animal.	Quantité injectée par kilogr.	
gr 600	gr 1	Mort après 15 minutes.
675	0,50	Mort après 35 minutes.
650	0,40	Mort après 20 minutes.
660	0,30	Mort après 38 minutes.
560	0,25	Mort après 44 minutes.
605	0,25	Mort le lendemain.
640	0,25	Survie après état grave.

Lapins mâles. — Injection intraveineuse, veine marginale de l'oreille (solution à $\frac{1}{5}$).

2300	0,087	Survie sans état sérieux.
2300	0,13	id.
2000	0,30	Mort après 8 minutes.
2450	0,25	Mort après 50 minutes.

» Il résulte de ces expériences :

» 1° Que l'acétonitrile est beaucoup moins toxique qu'on ne l'admet généralement, puisqu'il est nécessaire d'injecter un centimètre cube et demi par kilogramme d'animal pour amener rapidement la mort. Cependant, d'une façon générale, les nitriles supérieurs sont très toxiques, ils agissent sur l'organisme à la manière de certaines ptomaïnes. Ils produisent la dilatation pupillaire suivie de rétrécissement au moment de la mort, la perte de la sensibilité, la contraction musculaire, des phénomènes de paralysie très accentués commençant par le train de derrière, le ralentissement et l'irrégularité des mouvements respiratoires, les convulsions, etc.

» Ces caractères rapprochent l'intoxication par les nitriles de celle par l'urine. J'ai observé, par de nombreuses expériences, que ces propriétés communes à tous les nitriles présentaient la plus grande analogie avec celles que j'ai observées en injectant dans les veines, à des lapins, de l'urine humaine de diabétiques et en particulier l'urine de certains névrosés. Ces expériences tendraient donc à faire admettre l'existence de corps à fonction nitrile dans certaines urines toxiques.

» 2° L'influence du groupe CO.OH (saturé par le sodium) diminue considérablement le pouvoir toxique des nitriles, sans toutefois leur faire

perdre entièrement les propriétés inhérentes à la fonction CAz. Nous retrouvons, en effet, dans l'administration de ces dérivés, des propriétés rappelant celles du groupe cyanique.

» En généralisant ces remarques, on arrive à prévoir qu'un grand nombre de composés chimiques pourront être utilisés en modifiant, dans le sens que j'indique, des médicaments dont l'action toxique peut nous paraître dangereuse avant cette substitution.

» Le groupe CO^2H n'est pas le seul qui apporte des modifications semblables dans les molécules chimiques, le groupe SO^3H paraît se comporter d'une façon analogue.

» Ces faits, je l'espère, seront généralisés. En présence d'un corps trop toxique pour être utilisé, nous pourrons recourir à des procédés chimiques analogues aux précédents pour préparer des dérivés constituant des médicaments efficaces et bien tolérés par l'organisme ([1]). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Variations de l'iode du corps thyroïde des nouveau-nés sous diverses influences pathologiques.* Note de MM. **Charrin** et **Bourcet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Depuis quelques années le rôle du corps thyroïde en pathologie, et plus encore en physiologie pathologique, va sans cesse grandissant, et les importantes découvertes que vient de réaliser le professeur Armand Gautier sont de nature à étendre encore la portée des fonctions de cet organe. Aussi est-il légitime, et même nécessaire, quand on se trouve en présence de désordres morbides, et surtout de tares pouvant influencer le développement de l'économie, d'examiner l'état de la thyroïde.

» Déjà nous savons ([2]) que, chez les nouveau-nés issus de mères malades, et cachectisés eux-mêmes par divers processus, assez souvent ce viscère offre des modifications de structure; d'autre part, si normalement l'extrait thyroïdien injecté sous la peau provoque, en général, un amaigrissement marqué, il n'est pas exceptionnel, dans certaines conditions pathologiques, de reconnaître que ces injections entraînent des variations de poids nulles ou peu prononcées.

» Il était dès lors indiqué de s'enquérir des changements qui, dans ces mêmes conditions, peuvent intéresser la constitution chimique de ce

---

([1]) M. Gautier a montré en 1869 (*Ann. de Phys. et Chim.*) que l'acétonitrile rendu chimiquement pur par le traitement à l'acide azotique était peu toxique.

([2]) *Voir* Charrin, *Soc. biol.*, 1899.

tissu; il paraissait en particulier intéressant, en raison de la part réservée à l'iode ([1]), d'examiner si cette substance, et par conséquent les nucléines spécifiques qu'elle concourt à former, subissent des variations. C'est ce que nous avons pu tenter dans le laboratoire de M. Arm. Gautier, grâce aux facilités qu'il nous a fournies : nous nous faisons un devoir de l'en remercier.

» Nos recherches ont porté sur des corps thyroïdes de nouveau-nés depuis l'âge d'un jour jusqu'à trois mois; la plupart avaient quatre à six semaines. — Nous avons divisé, suivant le caractère positif ou négatif des résultats, nos analyses en deux catégories; chacune d'elles nous a permis de constituer un Tableau comportant les principales indications relatives à l'histoire des mères et des enfants, aux poids des glandes et à leur teneur en iode.

» Il est aisé de constater, en examinant nos expériences, que l'absence de ce produit ne s'observe que dans les cas où ces mères et ces enfants offrent des antécédents pathologiques.

Tableau I.

Nos et noms des malades.	État de la mère.	Causes de la mort de l'enfant.	Poids du corps thyroïde humide.	Poids du corps thyroïde sec.	Iode pour 100gr de glande sèche.
1. Phil.....	Santé	Circulaire du cordon; mort en naissant	Indéterm.	0,160	gr 0,0039
2. Bar.....	»	id.	2,228	0,442	0,0020
3. Dez.....	»	Compression du cordon; a vécu deux heures	2,501	0,486	0,0004
4. Maz.....	»	Né à 6 mois; mort sept heures après sa naissance	0,386	0,081	0,0054
5. Rau.....	Hémorragie pendant le travail; a survécu	Mort en naissant	3,311	0,724	0,0013
6. Cerc.....	Syphilis ([2])	Syphilis; a vécu trois semaines	0,911	0,200	0,0066
7. Korins...	Syphilis ([2])	Syphilis; a vécu sept semaines	0,954	0,137	0,0150
8. Sauv.....	Santé	Circulaire du cordon	3,466	0,677	0,0011
9. Fon.....	»	Hémorragie; mort en en naissant	1,916	0,404	0,0052

([1]) M. le professeur Arm. Gautier a montré que, d'une façon générale, l'arsenic et l'iode s'accompagnent, et il s'était déjà réservé, avant notre travail, l'examen des variations normales ou pathologiques de l'arsenic dans la thyroïde et la peau.

([2]) Ces deux malades suivaient un traitement iodé.

Nos et noms des malades.	État de la mère.	Causes de la mort de l'enfant.	Poids du corps thyroïde humide.	Poids du corps thyroïde sec.	Iode pour 100gr de glande sèche.
10. Del......	Santé	Hémorragie; mort en naissant	2,816	0,627	gr 0,0013
11. Ast......	Pleurésie guérie	Entérite	0,653	0,153	0,0046
12.	»	Asphyxie pendant le travail; mort en naissant	1,477	0,287	0,0028
13. Ve......	Tuberculose fibreuse	Gastro-entérite	2,572	0,756	0,0052
14. Brug....	Laryngite chronique peut-être bacillaire	Broncho-pneumonie	0,897	0,200	0,0017

Tableau II.

Nos et noms de la mère.	Maladie de la mère.	Maladie de l'enfant.	Corps thyroïde frais.	Corps thyroïde sec.	Iode pour 100gr de glande sèche.
1.	»	»	Indéterm.	2,778	Nul
2. Riv.....	Alcoolisme	Entérite	Indéterm.	0,138	Nul
3. Sird.....	Paludisme	Entérite	0,508	0,119	Nul
4. Lœwen...	Tuberculose	Broncho-pneumonie	0,623	0,162	Nul
5. Sant....	Lithiase biliaire	Ictère	0,516	0,123	Nul
6. Cach....	Tuberculose	Gastro-entérite	0,840	0,201	Nul
7. Pla......	Tuberculose	Ictère	0,881	0,166	Nul
8. Leblon...	Placenta prœvia	Né au 5e mois	0,198	0,023	Nul
9. Mar.....	Tuberc., 2 jumeaux, 8e mois	Broncho-pneumonie	0,701	0,142	Nul
10. Mar.....		Broncho-pneumonie	1,120	0,208	Nul
11. Lav.....	Anémie	Insuffisance hépatique	0,454	0,097	Nul
12. Ad......	Fièvre typhoïde	Maladie bronzée	0,520	0,127	Nul
13. Her.....	Pneumonie	Entérite	1,433	0,308	Nul
14. Chari....	»	Méningite suppurée	1,267	0,263	Nul
15. Ric.....	Tuberculose	Gastro-entérite. Ictère	0,852	0,173	Nul
16. Char....	»	Rétention d'urine; malformation	0,852	0,580	Nul
17. Ito......	Chloro-anémie	Congestion pulmonaire	1,747	0,316	Nul
18. Per.....	Tuberculose ulcéreuse	Entérite. Athrepsie	0,263	0,056	Nul

» L'examen de ces deux tableaux nous dispense de longs commentaires.

» Il est certain que la teneur du corps thyroïde en iode varie assez fréquemment, au point que ce produit peut même faire complètement défaut. Or, parmi les causes multiples propres à modifier les proportions de cette substance [1], les maladies de la mère et de l'enfant semblent tenir une

[1] Voir, à propos des variations de l'alimentation, de l'âge, de l'espèce, des individus, etc., les travaux de Baumann, d'Oswald, de Blum, etc. (*Zeit. f. phys. Chem.*, 1899, et Bd. XXI et XXIII).

place des plus importantes. Quand le rejeton est fils d'une alcoolique, d'une typhique, d'une paludéenne, d'une pneumonique, d'une tuberculeuse, etc., d'une femme en pleine infection ou intoxication vers la fin de la grossesse; quand lui-même a été cachectisé par différents processus (gastro-entérite, broncho-pneumonie, etc.), généralement on constate l'absence d'iode dans sa thyroïde ([1]). Inversement, lorsqu'il n'existe aucune tare maternelle, lorsque le nouveau-né, d'ailleurs bien constitué, a succombé en quelques instants, pendant l'accouchement, à un accident du travail (hémorragie, asphyxie, etc.), on rencontre ordinairement, dans la thyroïde, des quantités dosables de ce principe spécifique.

» On comprend, du reste, relativement à cette présence ou à cette absence de l'iode, qu'il soit délicat de fixer d'ores et déjà des proportions bien définies que des recherches plus longtemps poursuivies pourraient modifier. Ces variations sont d'autant plus probables qu'il n'est pas toujours facile de savoir d'une façon exacte, chez le nourrisson, où commence la maladie et prend fin l'état physiologique.

» Quoi qu'il en soit, ces influences pathologiques paraissent incontestables, elles tendent à faire disparaître complètement l'iode; d'un autre côté, comme la thyroïde exerce, en partie grâce à cet élément, une action manifeste sur le développement de l'organisme, de telles variations ont une importance facile à saisir, surtout chez des sujets dont l'évolution laisse déjà à désirer.

» Peut-on aller plus loin et se demander (l'influence de l'alimention réduite ici au régime lacté étant éliminée) les motifs de ces fluctuations dans la teneur en iode, même chez les sujets sains en apparence?

» La réponse est difficile. Peut-être faut-il invoquer l'infériorité des cellules du rejeton, soit une infériorité native tenant à ce que ces cellules issues de la prolifération d'éléments maternels tarés ne sauraient fonctionner intégralement, soit une insuffisance dépendant des propriétés toxiques de certains poisons pathologiques qui, circulant dans l'organisme malade de la mère, sont allés, en traversant le placenta, influencer les tissus du fœtus en voie de formation. »

([1]) Parmi les rejetons tarés dont le corps thyroïde contenait de l'iode, figurent ci-dessus deux syphilitiques, mais leurs mères prenaient de l'iodure de potassium.

PATHOLOGIE. — *Reproduction expérimentale de la carie dentaire.* Note de M. J. CHOQUET, présentée par M. Duclaux.

« L'origine microbienne de la carie dentaire a été mise hors de doute par les travaux de Vergne, Galippe et Vignal, Miller, Underwood et Mills, Goadby, mais sa reproduction expérimentale n'avait pas encore été obtenue. C'est dans le but de combler cette lacune que j'ai entrepris les expériences suivantes : de trois dents obturées depuis un temps variant de quatre à sept ans et dont l'obturation était restée intacte, j'ai réussi à isoler cinq espèces microbiennes que j'ai cultivées à l'état de pureté. Le n° 1, qui a été étudié tout spécialement au point de vue de la reproduction expérimentale de la carie dentaire, fera l'objet de cette Note. Les caractères des autres espèces seront décrits ultérieurement.

» C'est un court bacille mobile, présentant comme des formes ramifiées sur bouillon, se décolorant par la méthode de Gram et ne liquéfiant pas la gélatine. Il croît très bien sur bouillon peptonisé soit à la température ordinaire, soit à 37°, mais il ne pousse que difficilement sur les milieux solides usuels et pas du tout sur gélose, pomme de terre et sérum ; sur gélatine peptone il ne donne des colonies que le cinquième ou sixième jour : celles-ci sont ovales, opaques et blanchâtres. En piqûre, trace granuleuse s'entourant d'une zone nébuleuse au bout de huit à dix jours.

» La culture est singulièrement favorisée par addition à la gélatine de 1 pour 100 de glycérophosphate de chaux.

» C'est un anaérobie facultatif avec tendance à se développer plus rapidement dans le vide. Il fait fermenter la glycérine, la mannite, le glucose, le galactose, le saccharose, le lactose, le maltose, la dextrine et l'inuline. Il est sans action sur la dulcite, l'érythrite, l'arabinose et les nitrates. Il ne peptonifie pas l'albumine, ne coagule pas le lait, ne liquéfie pas l'empois d'amidon et ne donne pas d'indol avec la peptone.

» C'est avec une culture pure sur gélatine que je tentai de reproduire la carie expérimentale sur un animal vivant. Dans ce but, je pratiquai dans la portion labiale d'une incisive de mouton une cavité de 3^{mm} à 4^{mm} de large et d'environ 2^{mm} de profondeur, sans atteindre la chambre pulpaire. Une petite cupule de platine, préalablement flambée, chargée de culture, fut introduite dans la cavité de manière à mettre cette dernière en contact avec la dentine. Le tout fut recouvert d'une obturation au ciment protégée contre l'action de la salive par une goutte de cire.

» Neuf mois après, l'animal fut sacrifié et l'obturation enlevée. Le fond de la cavité présentait une teinte jaunâtre due à la dentine ramollie par

l'action du microbe inoculé. D'ailleurs, un ensemencement de la partie cariée me donna une culture pure du bacille n° 1 qui avait servi à l'expérience. La démonstration était faite. J'ajoute en terminant que j'ai trouvé le même organisme dans les trois cas que j'ai étudiés. »

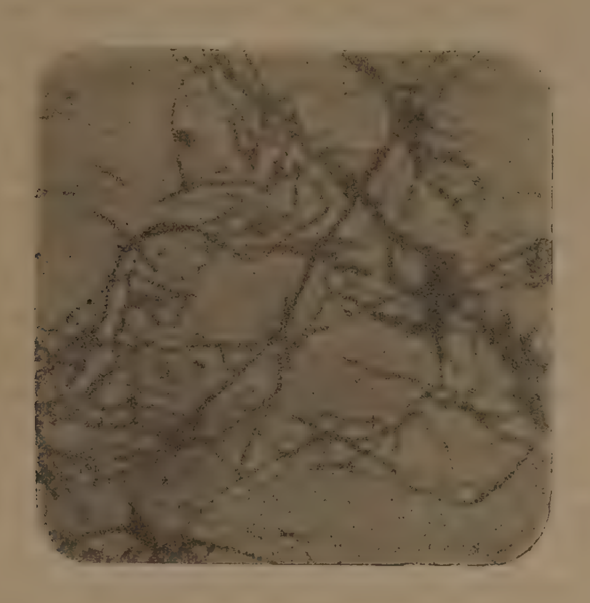
PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un nouveau microbe pathogène, la* Bactéridie myophage *du lapin* (Bacillus myophagus cuniculi). Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Le microbe qui fait l'objet de cette Note est l'agent d'une maladie spontanée chez le lapin, mais cette maladie est rare et peut facilement passer inaperçue, car les lésions sont d'abord localisées dans le système musculaire. Comme son nom l'indique, le microbe prolifère dans les muscles dont il se nourrit et qu'il désagrège; si les lésions sont peu accentuées et disséminées, elles ne sont perceptibles ni à l'œil ni au toucher et les symptômes de paralysie ou de contracture qu'elles déterminent font plutôt penser à une maladie du système nerveux.

» Quelquefois cependant, les altérations musculaires se manifestent au dehors par une tuméfaction limitée ou par quelque phénomène résultant du siège des muscles atteints. C'est ainsi que l'exophtalmie révèle l'envahissement des muscles de l'œil, et c'est ce système qui m'a fait découvrir les muscles malades et le microbe pathogène chez le lapin dont je vais relater l'observation.

» *Observation.* — Un lapin mâle pesant $2^{kg},030$ a reçu, du 31 octobre au 27 décembre 1898, dans la veine de l'oreille, quatre inoculations, de 12^{cc} à 15^{cc} chacune, d'une culture chauffée du microbe de la septicémie des cobayes que j'ai décrite antérieurement. Sans insister sur les détails de cette expérience, je dirai que, le 6 janvier 1899, ce lapin paraissait bien portant; son poids était de $2^{kg},110$. Le 12 janvier, cet animal est dans un état inquiétant; son poids est tombé à $1^{kg},850$; il y a exophtalmie de l'œil gauche; les paupières sont collées par l'exsudat des conjonctives enflammées. Les jours suivants, l'état s'aggrave, l'animal maigrit de plus en plus; on le trouve mort le 15 janvier au matin. A l'autopsie, on ne trouve rien d'anormal dans les viscères. Après avoir énucléé l'œil gauche pour chercher dans la cavité orbitaire la cause de l'exophtalmie, on trouve les muscles ramollis, formant une masse jaunâtre, caséeuse. On coupe l'arcade zygomatique et l'on constate que l'extrémité maxillaire du muscle temporal et le masséter sont jaunes, ramollis, nécrosés. Il en est de même des ptérygoïdiens, des muscles profonds du cou et des muscles pharyngiens. Çà et là on trouve des foyers de ramollissement caséeux et, en certains points, les os du crâne sont dénudés. Au microscope, à un faible grossissement, on voit des fibres musculaires

isolées dégénérées, au milieu de leucocytes et de globules de graisse. La coloration au violet de gentiane met en évidence des bacilles et des filaments ténus qu'on ne retrouve pas dans le sang. Les cultures du sang restent stériles. Les muscles malades, ensemencés dans le bouillon, donnent une culture d'un microbe identique à celui que l'on trouve dans les muscles.



» *Bactériologie. Aspect des cultures.* — La prolifération du microbe dans le bouillon de bœuf peptonisé se fait lentement; ce n'est qu'après vingt-quatre heures, plus souvent même après quarante-huit heures, qu'elle devient apparente sous forme de petites touffes filamenteuses qui partent du fragment du muscle ensemencé, puis des flocons cotonneux nagent dans le liquide d'abord clair et ensuite légèrement trouble. Peu à peu, le bouillon s'éclaircit et les microbes se déposent au fond. Les cultures présentent encore deux caractères particuliers qui les font facilement reconnaître. Dès le début, des bulles gazeuses sortant du morceau de muscle s'accumulent à la surface du liquide et forment en se réunissant des taches blanches spumeuses; une fois que le microbe a nettement proliféré, il se développe une odeur forte, caractéristique, rappelant celle de fromage.

» *Caractères morphologiques et biologiques du microbe.* — Dans une préparation fraîche et non colorée, le microbe apparaît comme un bacille immobile, réfringent, homogène, non articulé, de longueur variable. On trouve des bacilles courts, droits, rigides, à côté de filaments très longs occupant tout le champ du microscope et s'enchevêtrant dans tous les sens. Il se colore par les solutions hydro-alcooliques de couleurs d'aniline,

mais il ne prend pas le Gram et se décolore par la méthode de Ziehl. Après coloration, on distingue nettement les espaces clairs qui fragmentent le bacille ou le filament en articles plus ou moins longs. Le microbe est entouré d'une gaine claire, bien visible après coloration à la fuchsine. Dans les cultures âgées, les formes courtes, fragmentées dominent, le protoplasma devient granuleux et se creuse de petites vacuoles; il y a un grand nombre de granulations libres colorables et peu réfringentes.

» La photographie ci-dessus, que je dois à l'obligeance de M. Choquet, représente, au grossissement de 1650, l'aspect du microbe dans une préparation à la fuchsine. Ce microbe se cultive difficilement dans les milieux usuels, et il est rare qu'il prolifère quand on le réensemence en deuxième génération. J'ai essayé sans succès divers milieux : bouillons peptonisés, glycérinés, glycosés; lait, agar simple et glycériné, pomme de terre. Le procédé qui m'a donné les meilleurs résultats est le suivant : dans du bouillon de bœuf peptonisé, on introduit aseptiquement un morceau de muscle frais de cobaye; et l'on ensemence ensuite avec la culture originelle; dans ces conditions, le bacille prolifère et conserve sa virulence : j'ai pu ainsi le propager pendant trois générations successives. Ce microbe ne pousse pas dans le vide. Laissé en contact avec l'air, il perd assez vite sa virulence; il la conserve un peu plus longtemps en pipettes fermées; au bout de quatre mois, il tue encore le lapin en produisant les lésions musculaires caractéristiques que nous allons décrire.

» *Inoculation.* — Si l'on inocule dans la veine de l'oreille d'un lapin 1^{cc} d'une culture récente de bactéridie myophage on provoque, à coup sûr, une maladie qui évolue en trois à quatre jours et se termine par la mort. En deux heures, la température s'élève de 1° à $1^{o},5$; la fièvre persiste avec quelques oscillations jusqu'au dernier jour de la maladie, puis elle diminue rapidement; la température rectale peut descendre jusqu'à 27°. Cet abaissement coïncide, en général, avec des troubles de paralysie plus ou moins étendue : l'animal, immobile, est affaissé sur le ventre, les pattes antérieures écartées; la tête repose sur le sol; souvent il y a du torticolis, de l'opisthotonos, du nystagmus; à la palpation, on perçoit du gonflement et de la crépitation en différents points du corps. Daus deux expériences j'ai observé le gonflement du masséter et un peu d'exophtalmie. La diarrhée est fréquente et survient dès le début. En même temps que la température baisse, la respiration devient moins fréquente et le cœur se ralentit; l'animal meurt dans l'algidité.

» A l'autopsie, les lésions sont localisées dans les muscles, Elles sont

plus ou moins accentuées et plus ou moins étendues. Au premier degré, ce sont de petits tubercules blanchâtres entourés d'une zone congestive; le plus souvent, ce sont de larges taches pâles de couleur mastic, au niveau desquelles le tissu musculaire est profondément mortifié. Ces foyers de nécrose peuvent exister dans toutes les régions; on en trouve dans le muscle cardiaque; ils ne manquent presque jamais dans les muscles de la gouttière vertébrale. Quand la survie est assez longue, la mortification peut gagner les os; dans un cas, je l'ai vue envahir le cervelet. L'ensemencement du muscle nécrosé donne quelquefois, à côté de la bactéridie myophage, des espèces différentes, tant aérobies qu'anaérobies, mais ces microbes ne sont pas les agents de la maladie; ce n'est que secondairement qu'ils ont envahi les muscles malades, surtout quand ceux-ci se trouvent au voisinage de la bouche ou du pharynx.

» *Réceptivité*. — Le chien paraît assez résistant. 4^{cc} de culture récente, inoculés dans la vessie d'un chien de 6^{kg},700, n'ont pas déterminé de symptômes graves. Le pigeon succombe à l'inoculation intra-musculaire avec des lésions de nécrose très étendues. Il en est de même du cobaye.

» En résumé, il existe chez le lapin une maladie caractérisée par une mortification plus ou moins étendue du tissu musculaire. Elle est produite par la prolifération d'un bacille filamenteux, aérobie, dont l'inoculation reproduit les lésions musculaires. Il diffère du bacille de la nécrose de Bang et du *streptothrix cuniculi* de Schmorl. Aussi, à cause de sa localisation primitive dans le tissu musculaire, qui est son milieu de culture par excellence, je lui ai donné le nom de *bactéridie myophage* et je propose de désigner la maladie qu'il provoque sous le nom de *myosite nécrosante*. »

TÉRATOLOGIE. — *Des différenciations hétérotopiques. Processus tératologiques*. Note de M. Étienne Rabaud.

« L'arrêt de développement est actuellement considéré comme le principal, presque l'unique processus tératologique. Cette conception paraît être excessive dans son extrême simplicité; elle repose sur une interprétation inexacte de faits incomplètement analysés.

» Outre que dans le nombre des *arrêts de développement* il est aisé de reconnaître plusieurs phénomènes dissemblables, il existe encore d'autres processus qui président à la formation de certains types monstrueux, processus qui n'ont pas été signalés.

» Il en est un en particulier qui joue un rôle important dans la production des anomalies : c'est la *différenciation hétérotopique*. Sous ce titre, j'entends en réalité deux processus secondaires, de même ordre, mais différents par leurs résultats. Tous deux ont pour origine la possibilité que possèdent les organes de naître en tout ou partie sur le blastoderme en un lieu différent de celui qui lui est ordinairement assigné, soit avec ses contours habituels (*différenciation hétérotopique figurée*), soit en nappe (*différenciation hétérotopique diffuse*).

» Dans les cas les plus simples, il y a déviation d'une ébauche embryonnaire longue. Ainsi la différenciation du système nerveux des Plagiencéphales ne se fait pas suivant une droite mais bien suivant une ligne courbe : toute la portion du tube neural qui correspond aux futures vésicules encéphaliques se dispose presque perpendiculairement à la portion médullaire. C'est une différenciation courbe et non pas une inflexion d'origine mécanique ([1]).

» Dans d'autres cas, il arrive qu'un tissu embryonnaire, tout en conservant sa situation et sa direction normales, dépasse à droite et à gauche ses limites habituelles. Chez les Cyclocéphaliens, par exemple, toute la portion encéphalique du système nerveux, au lieu de se constituer aux dépens d'un espace très limité de l'ectoderme dorsal, résulte de la transformation totale de cet ectoderme dorsal ; il se produit une large nappe nerveuse qui ne marque aucune tendance à s'invaginer ([2]).

» La même disposition se retrouve dans le *spina-bifida*. Tourneux et Martin, qui l'ont figurée, en font, contre toute évidence, un *arrêt de développement* ([3]). En réalité, l'évolution médullaire n'est point arrêtée ni retardée, elle s'est étendue et déplacée, elle forme ce que ces auteurs ont appelé la *nappe médullaire*. J'ai eu l'occasion de vérifier ces faits sur l'embryon de poulet ; je me réserve d'y revenir.

» On rencontre probablement aussi ce processus, mais plus limité, dans l'exencéphalie, si l'on peut en juger par la relation d'examens histologiques pratiqués chez le nouveau-né ([4]). Enfin, lorsque les Amidiens pos-

---

([1]) Étienne Rabaud, *Essai de Tératologie. Embryologie des poulets omphalocéphales* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1898, p. 558).

([2]) Étienne Rabaud, *Premier développement de l'encéphale et de l'œil des Cyclopes* (*Société de Biologie*, 13 janvier 1900).

([3]) Tourneux et Martin, *Contribution à l'histoire du* spina-bifida (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1881).

([4]) Paul Berger, *Considérations sur l'origine, le mode de développement et le traitement de certaines encéphalocèles* (*Revue de Chirurgie*, avril 1890).

sèdent un rudiment de système nerveux, celui-ci occupe l'aire embryonnaire tout entière ; ici la diffusion est poussée à l'extrême ([1]).

» Ces *différenciations hétérotopiques*, figurées ou diffuses, montrent que le lieu d'origine d'une ébauche embryonnaire peut se déplacer et se déplace sur le feuillet qui lui donne naissance ; que, de plus, tous les éléments cellulaires d'un feuillet peuvent prendre part à une même différenciation (ainsi que cela arrive d'une façon constante chez les êtres les plus inférieurs). Dès lors, il est permis de se demander si un feuillet blastodermique ne pourrait produire deux ou plusieurs ébauches de même nature au lieu d'une seule. C'est ce que Lebert ([2]) pensait, lorsqu'il attribuait à un phénomène d'*hétérotopie plastique* l'origine des kystes dermoïdes ; Magitot ([3]), de son côté, accepte cette manière de voir.

» Les faits embryologiques sont d'accord avec cette vue inductive. Certaines formations doubles n'ont sans doute pas d'autre origine qu'une *différenciation hétérotopique figurée, supplémentaire*. Pour ma part, j'ai déjà signalé sans insister un cas de bifurcation caudale de la corde dorsale ([4]) pour lequel on ne pouvait invoquer la soudure de deux embryons. De plus, j'ai récemment observé deux cas de moelle épinière bifide ([5]) chez des embryons de poulet, qui ont la même origine.

» Au reste, toutes ces observations cadrent le mieux du monde avec les recherches expérimentales d'ovotomie.

» Les différenciations hétérotopiques sont évidemment limitées par la spécificité des feuillets du blastoderme. Même dans ces limites, le domaine du processus est encore fort large ; bien des faits d'organes doubles, d'organes déplacés, d'organes coalescents lui sont probablement imputables. »

([1]) Étienne Rabaud, *Blastodermes de poule sans embryon* (*Amidiens*) (*Bibliographie anatomique*, 1899).

([2]) Lebert, *Des kystes dermoïdes et de l'hétérotopie plastique en général* (*Mémoires de la Société de Biologie*, 1852).

([3]) Magitot, *Études tératologiques. De la polygnathie chez l'Homme* (*Annales de Gynécologie*, 1895).

([4]) Étienne Rabaud, *Embryologie des Poulets omphalocéphales* (*op. cit.*).

([5]) Observations inédites.

MÉDECINE. — *Action thérapeutique des phosphoglycérates acides.* Note de M. G. BARDET, présentée par M. Arm. Gautier.

« En 1894 et en 1895, M. Albert Robin faisait diverses communications à l'Académie de Médecine sur l'action pharmacodynamique des préparations d'acide phosphoglycérique : on ne connaissait à cette époque que les sels neutres à base de calcium, de sodium, de potassium, de magnésium et de fer. Depuis, MM. Adrian et Trillat (*Comptes rendus,* p. 1215; avril 1898) ont fait connaître un mode de préparation qui permet d'obtenir les glycérophosphates acides.

» J'ai étudié l'action de ces nouvelles préparations sur l'économie, au moyen des sels de calcium et de sodium possédant une valence encore libre et j'ai pu constater les effets suivants :

» A. *Doses faibles.* — 1° En raison de la réaction acide très nette de leurs solutions, les phosphoglycérates acides ne peuvent être employés en injections hypodermiques sous peine de provoquer une irritation qui les rend à ce point de vue inférieurs aux sels neutres.

» 2° A la dose de 3^{gr} ou 4^{gr}, administrés par voie gastrique, l'action dynamophore déjà observée avec les sels neutres s'observe également, mais elle est certainement plus rapide et plus intense.

» 3° L'excrétion phosphatique urinaire n'est pas sensiblement augmentée par l'ingestion des phosphoglycérates acides, même quand on atteint des doses élevées.

» 4° Le coefficient azoturique est considérablement élevé par l'emploi des phosphoglycérates acides administrés à faible dose (1^{gr} à 3^{gr}); il n'augmente plus ensuite si l'on élève les doses.

» Ce coefficient azoturique (azote de l'urée : azote total) si la normale est placée entre 80 à 85 pour 100, monte à 85 ou 90 pour 100 et peut dépasser ce chiffre.

» 5° En même temps que se produit cet effet, on constate que le titre acidimétrique de l'urine augmente sensiblement.

» Si l'on accepte comme normal le nombre 4,5 pour le rapport du titre acidité en SO^4H^2 du litre, rapporté à l'excès de densité de l'urine sur l'eau, ainsi que l'a proposé Joulie, on trouve que chez des malades ordinairement en état d'hypoacidité urinaire (0 à 1 par exemple), le titre remonte à 2 ou 3 et même à 3,5 si les doses de phosphoglycérate acide de calcium ou de sodium sont portées à 6^{gr} ou 7^{gr}.

» Ce titre ne peut pas être dépassé, même si l'on élève les doses, et pour arriver à la normale 4,5 environ il faudrait ajouter une quantité variable d'acide phosphorique dilué.

» Les phosphoglycérates neutres élèvent très légèrement le titre de l'acidité urinaire, mais ils sont à ce point de vue incomparablement inférieurs aux sels acides.

» B. *Doses élevées.* — Si, au lieu de 2^{gr} à 6^{gr}, on pousse les doses de phosphogly-

cérate acide de sodium à 15gr et 25gr par jour, on constate que ces doses élevées sont fort bien supportées et l'on note les effets suivants :

» 1° A haute dose le phosphoglycérate acide de sodium exerce une action laxative et purgative très douce qui pourrait rendre de sérieux services en thérapeutique.

» 2° Par son mécanisme, cette action ressemble à celle du phosphate tribasique de sodium, mais elle s'en distingue par une action cholagogue très intense qui manifestement influence de manière favorable la digestion des dyspeptiques hyperchlorhydriques dont le foie est insuffisant.

» 3° Outre ces phénomènes particuliers, on observe en même temps tous les phénomènes constatés dans l'emploi des petites doses, mais sans que l'intensité des effets soit le moins du monde influencée par l'élévation de la dose.

» *Conclusion.* — On peut conclure que les phosphoglycérates acides reproduisent avec plus d'intensité les effets des phosphoglycérates neutres, et qu'au point de vue des réactions urinaires ils agissent dans le même sens mais à un degré moindre que l'acide phosphorique, suivant la Communication de Joulie (*Comptes rendus,* mars 1897).

» Le détail de ces recherches sera publié ultérieurement. »

M. Charles Faga adresse un Mémoire avec croquis, relatif à un mode de navigation intérieure par petites chutes.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mars 1900.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire, et M. P. Puiseux; 4e fasc. comprenant : 1° *Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire* (suite); 2° Planche *d* : *Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé;* 3° Planches XVIII à XXIII : *Héliogravures d'après les agrandissements*

sur verre de trois clichés des années 1894, 1896 et 1897. Paris, Imprimerie nationale, 1899; texte, 1 fasc. in-4°; planches, 1 fasc. in-plano.

Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques, par M. A. Michel-Lévy, Membre de l'Institut. Paris, 1898; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Leçons de Physique générale, par James Chappuis et Alphonse Berget; 2e édition entièrement refondue. T. II : *Électricité et Magnétisme.* Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Mesures des températures élevées, par M. H. Le Chatelier et O. Boudouard. Paris, G. Carré et C. Naud, 1900; 1 vol. in-8°.

Les stations de l'âge du Renne dans les vallées de la Vézère et de la Corrèze, documents publiés par le Dr Paul Girod et Elie Massénat; fasc. 7-10. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. A. Gaudry. Hommage des Auteurs.)

Les explosifs, les poudres, les projectiles d'exercice : leur action vulnérante, par H. Nimier et Ed. Laval. Paris, Félix Alcan, 1899; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Lannelongue.)

Les projectiles des armes de guerre, leur action vulnérante, par H. Nimier et Ed. Laval. Paris, F. Alcan, 1899; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Lannelongue.)

Les armes blanches, leur action et leurs effets vulnérants, par H. Nimier et Ed. Laval. Paris, F. Alcan, 1900: 1 vol. in-12. (Présenté par M. Lannelongue.)

Sujets de prix proposés par l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, pour les années 1900-1902. Toulouse, 1 feuillet in-12.

Annales d'Hydrologie et de Climatologie médicale; t. V, n° 1, janvier 1900. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Ministère de la Marine. Revue maritime; t. CXLIV, 460e livraison, janvier 1900. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. II, 1898-99, nos 1-4. Toulouse, 1899; 4 fasc. in-8°.

Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale; nos 832-839, janvier-février 1900. Paris, Camille Rousset; 8 fasc. in-4°.

Une page de l'histoire de la Chimie générale en Belgique : Stas et les lois des poids, par Louis Henry. Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-8°.

Rede zur Feier der Jahrhundertwende in der Halle der königl. technischen

Hochschule zu Berlin am 9. Januar 1900, gehalten von dem zeitigen Rektor A. RIEDLER. s. l.; 1 fasc. in-8°.

Ueber die geschichtliche und zukünftige Bedeutung der Technik. Rede gehalten von A. RIEDLER. s. l., 1900; 1 fasc. in-8°.

Die decimale Zeit- und Kreistheilung, ein Culturfortschritt, von P. CRUEGER. Berlin, Rudolf Mückenberger; 1 opuscule petit in-4°.

Bogengänge und Raumsinn, von E. v. CYON. s. l., 1897; 1 fasc. in-8°.

Ohrlabyrinth, Raumsinn und Orientirung, von E. VON CYON. Bonn, 1900; 1 fasc. in-8°.

Le sens de l'espace chez les souris dansantes japonaises, par E. DE CYON. Paris, L. Maretheux, s. d.; 1 fasc. in-8°.

El agua de Penuelas como fuerza motriz y su esterilizacion por el ozono, por LUIS-E. MOURGUES. Valparaiso, imp. del Universo, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Catalogue of the first four thousand samples in the soil collection of the division of soils, by MILTON WHITNEY; Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Boston society of natural history; vol. XXIX, n°s 1-8. Boston, 1899; 8 fasc. in-8°.

Anales de la oficino meteorologica argentina, por su Director GUALTERIO G. DAVIS; t. XII. Buenos-Aires, 1898; 1 vol. in-4°.

La Naturaleza, publ. baja la direccion del Sr Dr MANUEL M. VILLADA; seg^da^ serie, t. III, cuadernos numeros 1-4. Mexico, 1898-99; 2 fasc. pet. in-f°.

Science of man and australasian anthropological journal, edited by Dr A. CARROLL; vol. II, n° 12, january 1900. Sidney; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; t. LXX, janvier 1900. Mulhouse-Paris; 1 fasc. in-8°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky; rocnik XXIX, cislo 1-3. V Praze, 1899-1900; 3 fasc. in-8°.

Uvod do nauky o determinantech, sepsal F.-J. STUDNICKA. V Praze, 1899; 1 vol. in-8°.

Hydrodynamika, sepsal FR. KOLACEK. V Praze, 1899; 1 vol. in-8°.

Observations faites à l'observatoire météorologique de l'Université impériale de Moscou, décembre 1898-août 1899. s. l.; 8 fasc. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Péterbourg; t. VII, n° 5. Saint-Pétersbourg, 1899; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MARS 1900.

Traité de Géologie, par A. DE LAPPARENT, Membre de l'Institut; 4e édition refondue et considérablement augmentée. Fascicule III : *Géologie proprement dite*, page 1241 à fin. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Système de télégraphie multiple réversible ou multiplex, par M. E. MERCADIER. Paris, Vve Ch. Dunod, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La constitution du monde. Dynamique des atomes, nouveaux principes de Philosophie naturelle, par Mme CLÉMENCE ROYER. Paris, Schleicher frères, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Les crises et la reprise des affaires : possibilité de les prévoir par la corrélation entre l'encaisse et le portefeuillle des banques. Paris, imp. Dufrénoy, 1900; 1 feuille in-f°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. 2e série, t. XXIV, janvier 1900. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France. Annuaire de 1900, 53e année. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Industrie et Arts du département de la Lozère; t. LII, janvier 1900. Mende, imp. A. Privat; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale, janvier-février 1900. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie; 1 fasc. in-8°.

Gouvernement général de l'Indo-Chine. Direction de l'Agriculture et du Commerce. Bulletin économique de l'Indo-Chine; 3e année, 1er janvier 1900. Saïgon, 1 fasc. in-8°.

Le opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale, sotto gli auspicii sua Maesta il Re d'Italia; vol. IX. Firenze, tip. di G. Barbera, 1899; 1 vol. petit in-4°. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique d'Italie.)

Reale Accademia dei Lincei. Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topographia e costituzione del pianeta Marte, fatte nella Specola reale di Brera in Milano coll' equatoriale di Merz-Repsold (18 *pollici*) *durante l'opposizione del* 1888*;* Memoria sesta del socio G.-V. SCHIAPARELLI. Roma, coi tipi del Salviucci, 1899; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Asie centrale, Chine septentrionale et Nan-Shan, par V.-A. OBROUTCHEF. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)